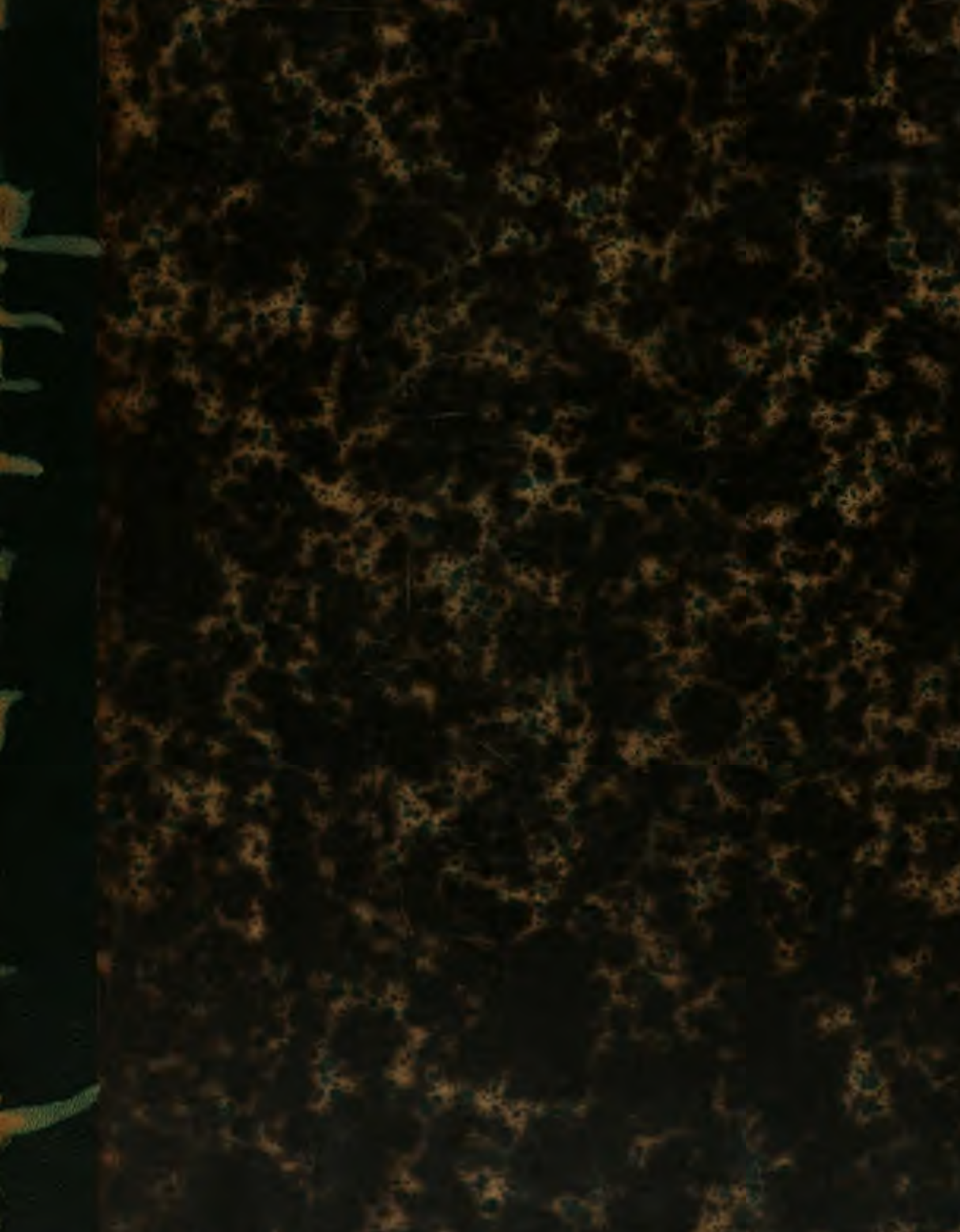




LSoc 451.1.2
SIGILL: COLL: HARVARD: CANTAB: NOV: ANGL: 1650.
CHRISTO ET ECCLESIAE








SIGILL: COLL: HARVARD: CANTAB: NOV: ANGL: 1650
CHRISTO
ECCLESIAE





SIGILL : COLL : HARVARD : CANTAB : NOV : ANGL : 1650.
CHRISTO ET ECCLESIAE





SIGILL : COLL : HARVARD : CANTAB : NOV : ANGL : 1650
CHRISTO ECCLESIAE



MÉMOIRES

DE L'ACADÉMIE ROYALE

DES

SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS

DE BELGIQUE.

MÉMOIRES

DE

L'ACADÉMIE ROYALE

DES

SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS

DE BELGIQUE.

TOME XXXVIII.



BRUXELLES,

M. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE.

1871

1876, Sept. 15.
Minot Fund.

LISTE DES MEMBRES,

DES

CORRESPONDANTS ET DES ASSOCIÉS DE L'ACADÉMIE.

(1er avril 1871.)

LE ROI, PROTECTEUR.

M. GALLAIT, président pour 1871.
» Ad. QUETELET, secrétaire perpétuel.

COMMISSION ADMINISTRATIVE.

Le directeur de la classe des Sciences, M. STAS.
» » des Lettres, M. HAUS.
» » des Beaux-Arts, M. GALLAIT.
Le Secrétaire perpétuel, M. Ad. QUETELET.
Le délégué de la classe des Sciences, M. N. . . . . .
» » des Lettres, M. M. N. J. LECLERCQ.
» » des Beaux-Arts, M. L. ALVIN.

CLASSE DES SCIENCES.

M. Stas, directeur pour 1871.
» Ad. Quételet, secrétaire perpétuel.

30 MEMBRES.

Section des sciences mathématiques et physiques (15 membres).

M.	Quetelet, Adolphe J. L.; à Bruxelles . . .	Élu le	1er	février	1820.
»	Plateau, Joseph A. F.; à Gand	—	15	décemb.	1836.
»	Stas, Jean S.; à Bruxelles	—	14	décemb.	1841.
»	de Koninck, Laurent G.; à Liége	—	15	décemb.	1842.
»	Melsens, F. H. Louis; à Bruxelles	—	15	décemb.	1850.
»	Liagre, J. B. Jules; à Bruxelles	—	15	décemb.	1853.
»	Duprez, François J.; à Gand	—	16	décemb.	1854.
»	Houzeau, Jean C.; à Kingston (Jamaïque) . .	—	15	décemb.	1856.
»	Quetelet, Ernest; à Bruxelles	—	15	décemb.	1863.
»	Maus, M. H. J.; à Bruxelles	—	15	décemb.	1864.
»	Gloesener, Michel; à Liége.	—	15	décemb.	1864.
»	Donny, François M. L.; à Gand	—	15	décemb.	1866.
»	Montigny, Charles; à Bruxelles	—	16	décemb.	1867.
»	Steichen, Michel; à Bruxelles	—	15	décemb.	1868.
»	Brialmont, Alexis H.; à Bruxelles	—	15	décemb.	1869.

Section des sciences naturelles (15 membres).

M.	d'Omalius d'Halloy, J. B. J.; à Halloy . . .	Nommé le	3	juillet	1816.
»	Du Mortier, Barthélemy C.; à Tournai . .	Élu le	2	mai	1829.
»	Wesmael, Constantin; à Bruxelles	—	15	décemb.	1835.
»	Van Beneden, Pierre J.; à Louvain	—	15	décemb.	1842.
»	Le baron de Selys Longchamps, Edm.; à Liége.	—	16	décemb.	1846.
»	Le vicomte Du Bus, Bernard A. L.; à Bruxelles.	—	16	décemb.	1846.
»	Nyst, Henri P.; à Bruxelles	—	17	décemb.	1847.
»	Gluge, Théophile; à Bruxelles	—	15	décemb.	1849.

M.	Poelman, Charles; à Gand	Élu le	16	décemb.	1857.
»	Dewalque, Gustave; à Liége	—	16	décemb.	1859.
»	Spring, Antoine Fr.; à Liége	—	15	décemb.	1864.
»	Candèze, E.; à Liége.	—	15	décemb.	1864.
»	Chapuis, Félicien; à Verviers.	—	15	décemb.	1865.
»	Dupont, Édouard; à Bruxelles	—	15	décemb.	1869.

CORRESPONDANTS (10 au plus).

M.	Morren, Édouard; à Liége.	Élu le	15	décemb.	1861.
»	Henry, Louis; à Louvain	—	15	décemb.	1865.
»	Malaise, Constant; à Gembloux	—	15	décemb.	1865.
»	Mailly, Édouard; à Bruxelles.	—	16	décemb.	1867.
»	Briart, Albert; à Chapelle-lez-Herlaimont. .	—	16	décemb.	1867.
»	Valerius, Henri; à Gand	—	15	décemb.	1869.
»	Folie, François; à Liége	—	15	décemb.	1869.
»	Van Beneden, Édouard; à Liége	—	15	décemb.	1870.
»	De Tilly, Joseph M.; à Bruxelles	—	15	décemb.	1870.

50 ASSOCIÉS.

Section des sciences mathématiques et physiques (25 associés).

M.	Vène, A.; à Paris	Élu le	2	février	1824.
»	Babbage, Charles; à Londres	—	7	octobre	1826.
»	Sir Herschel, John F. W.; à Londres . . .	—	7	octobre	1826.
»	Sabine, Edouard; à Londres	—	2	février	1828.
»	Chasles, Michel; à Paris	—	4	février	1829.
»	Van Rees, Richard; à Utrecht.	—	6	mars	1830.
»	de la Rive, Auguste; à Genève	—	9	mai	1842.
»	Dumas, Jean-Baptiste; à Paris.	—	17	décemb.	1843.
»	Lamarle, Ernest; à Gand	—	17	décemb.	1847.
»	Wheatstone, Charles; à Londres.	—	15	décemb.	1849.
»	Le baron von Liebig, Juste; à Munich. . .	—	15	décemb.	1851.
»	Airy, Georges Biddell; à Greenwich . . .	—	15	décemb.	1853.
»	Maury, Matthew F.; aux États-Unis	—	16	décemb.	1854.
»	Hansteen, Christophe; à Christiana	—	14	décemb.	1855.
»	Argelander, F. G. A.; à Bonn.	—	15	décemb.	1856.
»	Lamont, Jean; à Munich	—	16	décemb.	1859.

CLASSE DES SCIENCES.

M. STAS, directeur pour 1871.
» Ad. QUETELET, secrétaire perpétu

30 MEMBRES.

Section des sciences mathématiques et pl

M. QUETELET, Adolphe J. L.; à Bruxelles
» PLATEAU, Joseph A. F.; à Gand . .
» STAS, Jean S.; à Bruxelles . . .
» DE KONINCK, Laurent G.; à Liége .
» MELSENS, F. H. Louis; à Bruxelles
» LIAGRE, J. B. Jules; à Bruxelles
» DUPREZ, François J.; à Gand .
» HOUZEAU, Jean C.; à Kingston
» QUETELET, Ernest; à Bruxell
» MAUS, M. H. J.; à Bruxelles
» GLOESENER, Michel; à Liég
» DONNY, François M. L.; à
» MONTIGNY, Charles; à Br
» STEICHEN, Michel; à Br
» BRIALMONT, Alexis H.;

Section d

M. D'OMALIUS D'HALLOY
» DU MORTIER, Bart
» WESMAEL, Consta
» VAN BENEDEN, P
» le baron DE SE
» vicomte DU
» Henri
» rhé

...TTRES.

...pétuel.

—

MEMBRES.

...des sciences morales et politiques réunies.

. . . .	Élu le	5 décemb.	1829.
... Liége	—	7 mars	1835.
. . . .	—	6 juin	1835.
...nd	—	15 décemb.	1837.
... B.; à Berlin	—	7 mai	1840.
...ain; à Londres	—	7 mai	1840.
...sper; à Bruxelles . . .	—	9 mai	1842.
... J. L.; à Bruxelles . . .	Nommé le 1er déc.		1845.
...; à Bruxelles	Élu le	10 janvier	1846.
...ue C. J.; à Liége	—	10 janvier	1846.
... I.; à Bruxelles	—	10 janvier	1846.
...erre J. F.; à Bruxelles . . .	—	10 janvier	1846.
... A.; à Gand	—	11 janvier	1847.
... à Gand	—	11 janvier	1847.
... H.; à Liége.	—	11 janvier	1847.
... M. N. J.; à Bruxelles	—	17 mai	1847.
...I. L.; à Liége	—	7 mai	1849.
...n de Witte, Jean J. A. M.; à Anvers.	—	6 mai	1851.
..., Charles; à Bruxelles	—	7 mai	1855.
... Kervyn de Lettenhove, J.M.B.C.; à Brux.	—	4 mai	1859.
...on, Renier; à Bruxelles	—	4 mai	1859.
...hieu, Adolphe C. G.; à Bruxelles . . .	—	19 mai	1863.
...onissen, J. J.; à Louvain	—	9 mai	1864.
...uste, Théodore; à Bruxelles.	—	5 mai	1866.
...Defacqz, Eugène; à Bruxelles	—	5 mai	1866.

M. HANSEN, P. A.; à Gotha	Élu le	15	décemb.	1864.
» KÉKULÉ, E.; à Bonn	—	15	décemb.	1864.
» BUNSEN, Robert G.; à Heidelberg	—	15	décemb.	1865.
» CATALAN, Eugène; à Liége	—	15	décemb.	1865.
» GILBERT, Philippe; à Louvain.	—	16	décemb.	1867.
» DE JACOBI, H.; à Saint-Pétersbourg	—	16	décemb.	1867.
» REGNAULT, Victor; à Paris	—	15	décemb.	1868.
» BAEYER, Jean Jacques; à Berlin	—	15	décemb.	1868.
» KIRCHHOFF, Gustave Robert; à Heidelberg. .	—	15	décemb.	1868.

Section des sciences naturelles (25 associés).

M. GRANVILLE, Auguste BOZZI; à Londres . . .	Élu le	6	octobre	1827.
» BARRAT, John; à Grassinton-Moor	—	1er	mars	1828.
» DE MACEDO, J. J. DA COSTA; à Lisbonne . . .	—	15	décemb.	1836.
» DECAISNE, Joseph; à Paris	—	15	décemb.	1836.
» SCHWANN, Théodore; à Liége	—	14	décemb.	1841.
» OWEN, Richard; à Londres.	—	17	décemb.	1847.
» ÉLIE DE BEAUMONT, Jean-Baptiste; à Paris . .	—	17	décemb.	1847.
» EDWARDS, Henri MILNE; à Paris	—	15	décemb.	1850.
» Sir MURCHISON, Roderick IMPEY; à Londres .	—	14	décemb.	1855.
» SCHLEGEL, Hermann; à Leide	—	16	décemb.	1857.
» AGASSIZ, Louis; à Boston	—	15	décemb.	1858.
» Le chev. VON HAIDINGER, Guill. C.; à Vienne .	—	15	décemb.	1858.
» VON BAER, Ch. E.; à Saint-Pétersbourg. . .	—	16	décemb.	1859.
» LYELL, Charles; à Londres.	—	16	décemb.	1859.
» VALENTIN, Gabriel G.; à Berne	—	15	décemb.	1861.
» GERVAIS, Paul; à Paris	—	15	décemb.	1862.
» DANA, James D.; à New-Haven	—	15	décemb.	1864.
» BRONGNIART, Adolphe T.; à Paris.	—	15	décemb.	1864.
» DAVIDSON, Thomas; à Brighton	—	15	décemb.	1865.
» SAVI, Paul; à Pise	—	15	décemb.	1868.
» DE CANDOLLE, Alphonse; à Genève	—	15	décemb.	1869.
» HEER, Oswald; à Zurich	—	15	décemb.	1869.
» DONDERS, F.-C.; à Utrecht	—	15	décemb.	1869.
» DARWIN, Charles; à Londres	—	15	décemb.	1870.
» BELLYNCK, Auguste; à Namur	—	15	décemb.	1870.

CLASSE DES LETTRES.

M. Haus, directeur pour 1871.
» Ad. Quetelet, secrétaire perpétuel.

30 MEMBRES.

Section des lettres et Section des sciences morales et politiques réunies.

M.	Steur, Charles; à Gand	Élu le	5	décemb.	1829.
»	Grandgagnage, F. C. J.; à Liége	—	7	mars	1835.
»	De Smet, J. J.; à Gand	—	6	juin	1835.
»	Roulez, J. E. G.; à Gand	—	15	décemb.	1837.
»	Le baron Nothomb, J. B.; à Berlin	—	7	mai	1840.
»	Van de Weyer, Sylvain; à Londres	—	7	mai	1840.
»	Gachard, Louis Prosper; à Bruxelles	—	9	mai	1842.
»	Quetelet, Adolphe J. L.; à Bruxelles	Nommé le	1er	déc.	1845.
»	Van Praet, Jules; à Bruxelles	Élu le	10	janvier	1846.
»	Borgnet, Adolphe C. J.; à Liége	—	10	janvier	1846.
»	Devaux, Paul L. I.; à Bruxelles	—	10	janvier	1846.
»	De Decker, Pierre J. F.; à Bruxelles	—	10	janvier	1846.
»	Snellaert, F. A.; à Gand	—	11	janvier	1847.
»	Haus, J. J.; à Gand	—	11	janvier	1847.
»	Bormans, J. H.; à Liége	—	11	janvier	1847.
»	Leclercq, M. N. J.; à Bruxelles	—	17	mai	1847.
»	Polain, M. L.; à Liége	—	7	mai	1849.
»	Le baron de Witte, Jean J. A. M.; à Anvers.	—	6	mai	1851.
»	Faider, Charles; à Bruxelles	—	7	mai	1855.
»	Le bon Kervyn de Lettenhove, J.M.B.C.; à Brux.	—	4	mai	1859.
»	Chalon, Renier; à Bruxelles	—	4	mai	1859.
»	Mathieu, Adolphe C. G.; à Bruxelles	—	19	mai	1863.
»	Thonissen, J. J.; à Louvain	—	9	mai	1864.
»	Juste, Théodore; à Bruxelles	—	5	mai	1866.
»	Defacqz, Eugène; à Bruxelles	—	5	mai	1866.

M.	Guillaume, H. L. G.; à Bruxelles	Élu le	7	mai	1867.
»	Nève, Félix; à Louvain.	—	11	mai	1868.
»	Wauters, Alphonse; à Bruxelles . . : .	—	11	mai	1868.
»	Conscience, Henri; à Bruxelles	—	10	mai	1869.

CORRESPONDANTS (10 au plus).

M.	Serrure, C. P.; à Gand	Élu le	11	janvier	1847.
»	Blommaert, Philippe; à Gand.	—	9	mai	1860.
»	de Laveleye, Émile; à Liége	—	6	mai	1867.
»	Laforet, N. J.; à Louvain	—	10	mai	1869.
»	Nypels, J. S. G.; à Liége	—	10	mai	1869.
»	Le Roy, Alphonse; à Liége.	—	9	mai	1870.
»	de Borchgrave, Émile; à Bruxelles	—	9	mai	1870.

50 ASSOCIÉS.

M.	Cooper, Charles Purton; à Londres. . . .	Élu le	5	avril	1834.
»	Groen van Prinsterer, G.; à La Haye . . .	—	15	décemb.	1840.
»	Phillips, Georges; à Vienne	—	15	décemb.	1842.
»	Ranke, Léopold; à Berlin	—	9	février	1846.
»	Salva, Michel; à Madrid	—	9	février	1846.
»	de la Sagra, Ramon; à Madrid	—	9	février	1846.
»	Mignet, F. A. A.; à Paris	—	9	février	1846.
»	Guizot, F. P. G.; à Paris	—	9	février	1846.
»	Le baron Dupin, F. P. Charles; à Paris . .	—	11	janvier	1847.
»	Leemans, Conrad; à Leyde.	—	11	janvier	1847.
»	Pertz, Georges Henri; à Berlin	—	11	janvier	1847.
»	Le comte Manzoni, Alexandre; à Milan. . .	—	17	mai	1847.
»	Nolet de Brauwere van Steeland, J.; à Bruxelles.	—	7	mai	1849.
»	de Bonnechose, F. P. Emile; à Paris. . . .	—	7	mai	1849.
»	Le chevalier de Rossi, J. B.; à Rome . . .	—	7	mai	1855.
»	Paris, A. Paulin; à Paris	—	26	mai	1856.
»	de Longpérier, Adrien; à Paris	—	26	mai	1856.
»	von Reumont, Alfred; à Rome.	—	26	mai	1856.
»	Le baron von Czoernig, Charles; à Vienne .	—	4	mai	1859.
»	Minervini, Jules; à Naples	—	4	mai	1859.
»	Lafuente, Modeste; à Madrid	—	4	mai	1859.

M. Grote, Georges; à Londres.	Élu le	9 mai		1860.
» Theiner, Augustin; à Rome	—	9 mai		1860.
» Le b[on] von Köhne, Bernard; à Saint-Pétersb.	—	13 mai		1861.
» Cantù, César; à Milan	—	13 mai		1861.
» von Löher, François; à Munich	—	13 mai		1862.
» De Vries, Mathieu; à Leyde	—	19 mai		1863.
» Le chevalier von Arneth, Alfred; à Vienne .	—	9 mai		1864.
» Disraeli, Benjamin; à Londres	—	9 mai		1864.
» Wolowski, Louis; à Paris	—	10 mai		1865.
» Renier, Léon; à Paris	—	10 mai		1865.
» Thiers, Adolphe; à Paris	—	10 mai		1865.
» Le comte Arrivabene, Jean; à Florence . .	—	5 mai		1866.
» Mommsen, Théodore; à Berlin	—	5 mai		1866.
» von Döllinger, J. J. J.; à Munich	—	5 mai		1866.
» Farr, William; à Londres.	—	7 mai		1867.
» Stephani, Ludolphe; à Saint-Pétersbourg . .	—	7 mai		1867.
» Thierry, Amédée; à Paris	—	7 mai		1867.
» Laboulaye, Édouard René Lefebvre; à Paris.	—	7 mai		1867.
» Scheler, Auguste; à Bruxelles	—	11 mai		1868.
» Egger, Émile; à Paris	—	10 mai		1869.
» Vreede, Guillaume G.; à Utrecht	—	10 mai		1869.
» von Sybel, Henri Ch. L.; à Bonn	—	10 mai		1869.
» Carrara, François; à Pise	—	9 mai		1870.
» Mill, John Stuart; à Londres.	—	9 mai		1870.
» N.				
» N.				
» N.				
» N.				
» N.				

———

MÉMOIRES

DE

L'ACADÉMIE ROYALE

DES

SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS

DE BELGIQUE.

TOME XXXVIII.



BRUXELLES,

M. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE.

1871

1876, Sept. 15.
Minot Fund.

LISTE DES MEMBRES,

DES

CORRESPONDANTS ET DES ASSOCIÉS DE L'ACADÉMIE.

(1er avril 1871.)

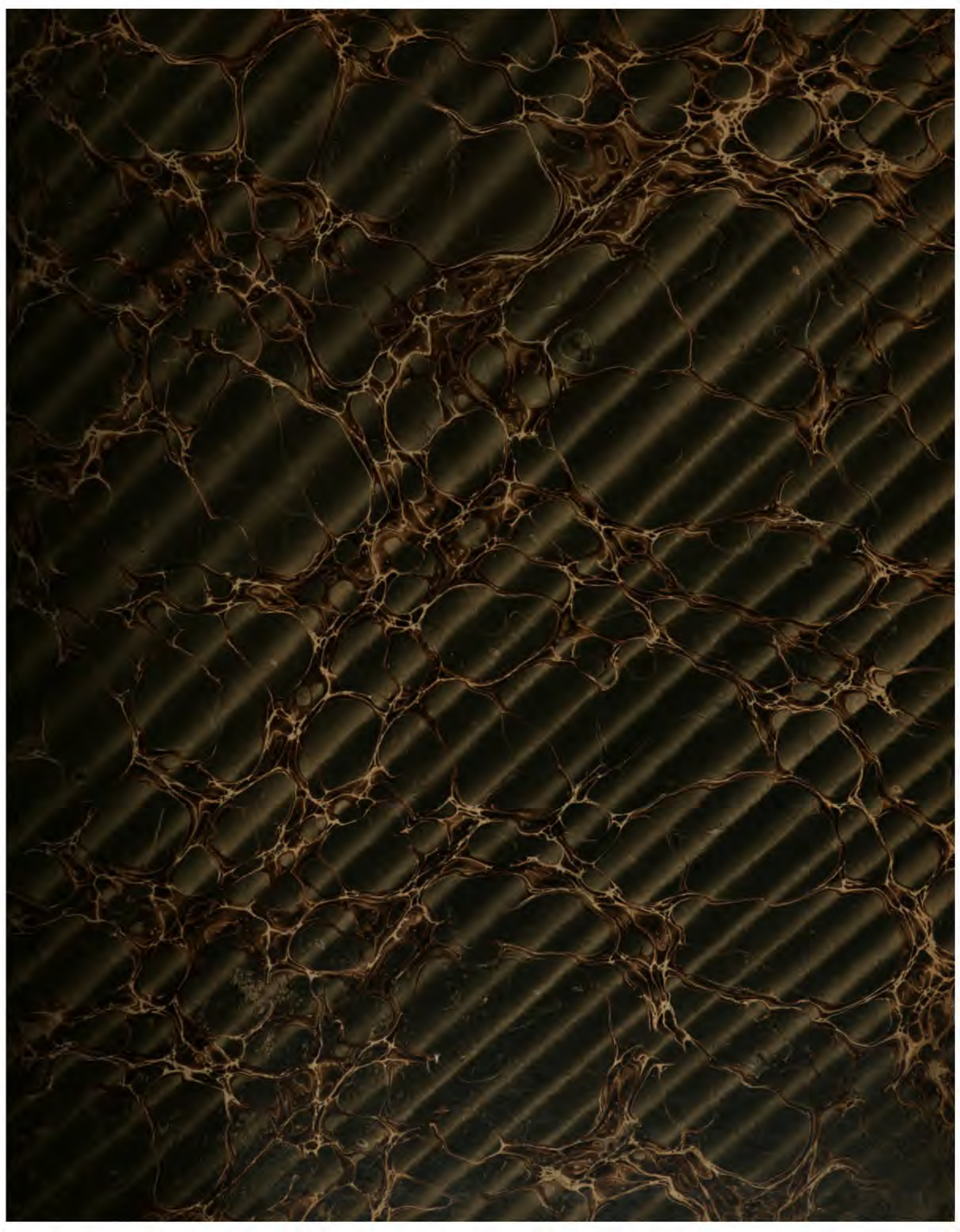
LE ROI, Protecteur.

M. Gallait, président pour 1871.
» Ad. Quetelet, secrétaire perpétuel.

COMMISSION ADMINISTRATIVE.

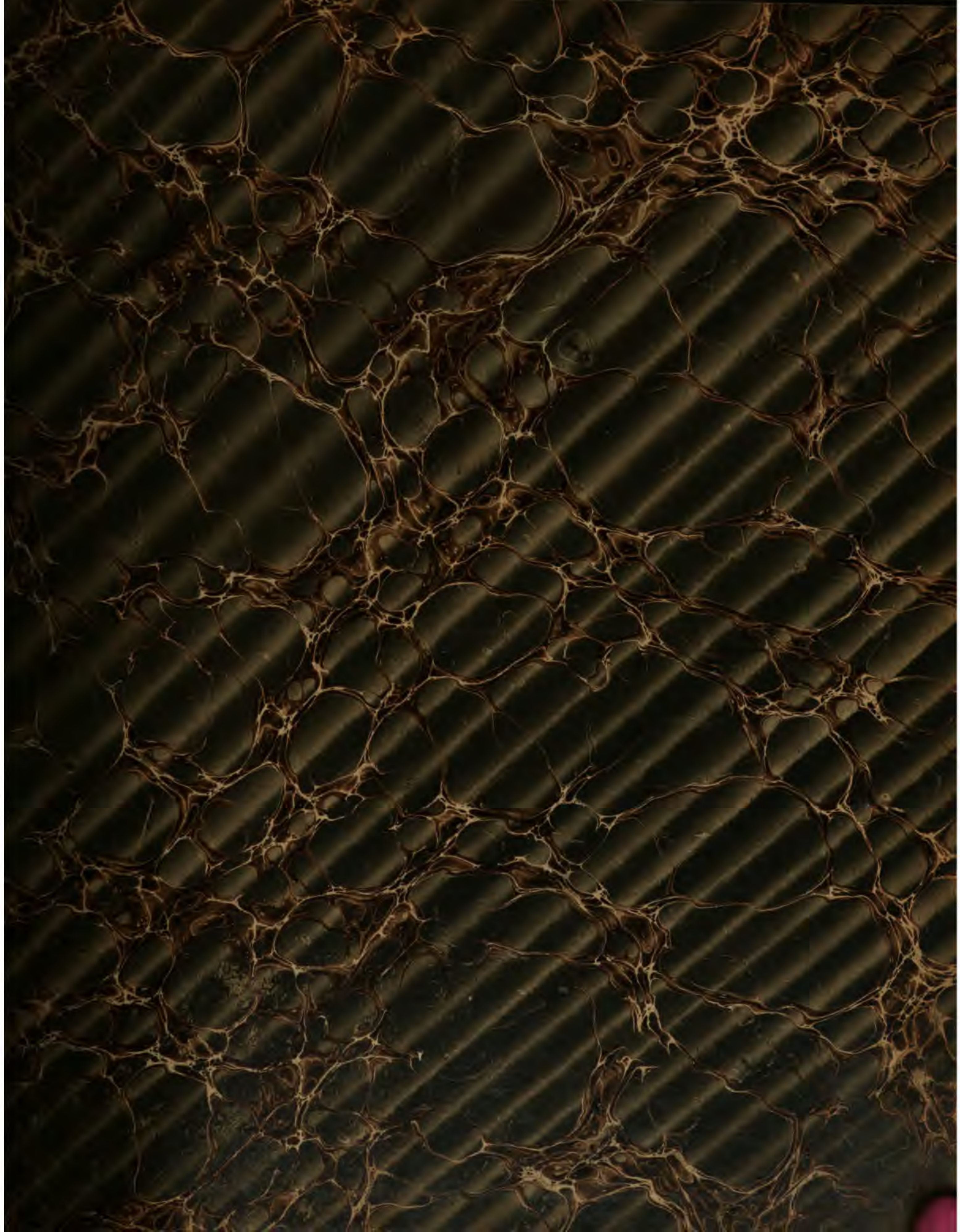
Le directeur de la classe des Sciences, M. Stas.
» » des Lettres, M. Haus.
» » des Beaux-Arts, M. Gallait.
Le Secrétaire perpétuel, M. Ad. Quetelet.
Le délégué de la classe des Sciences, M. N. . . . . .
» » des Lettres, M. M. N. J. Leclercq.
» » des Beaux-Arts, M. L. Alvin.


SIGILL : COLL : HARVARD : CANTAB : NOV : ANGL : 1650
CHRISTO ECCLESIAE



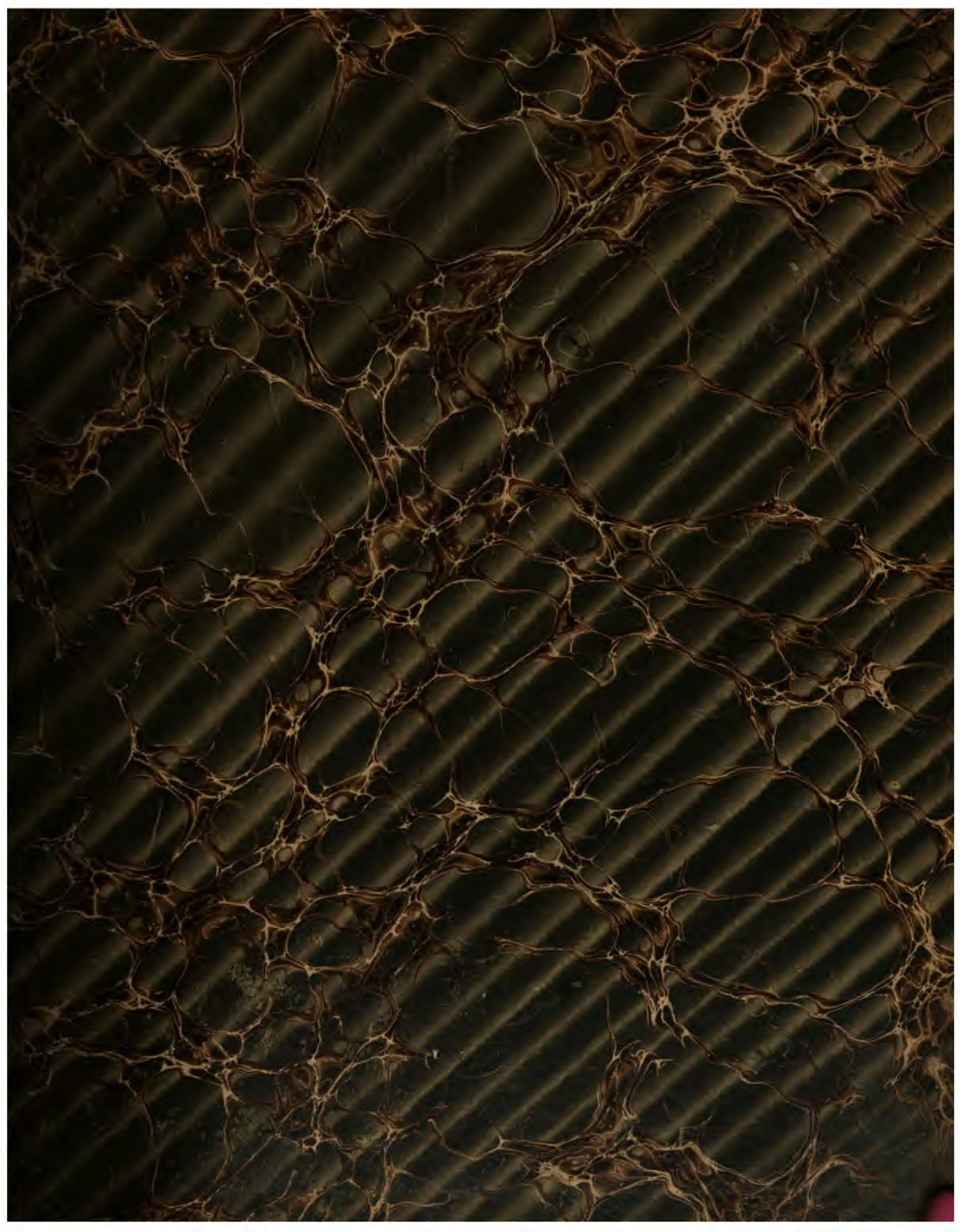


LSoc 451.1.2
SIGILL : COLL : HARVARD : CANTAB : NOV : ANGL : 1650.
CHRISTO ECCLESIAE
BOUGHT WITH
THE INCOME FROM
THE BEQUEST OF
CHARLES MINOT,
OF SOMERVILLE,
(Class of 1828,)
18 Sept. 1876





F560
LSoc 451.1.2
SIGILL: COLL: HARVARD: CANTAB: NOV: ANGL: 1650.
CHRISTO ET ECCLESIAE
BOUGHT WITH
THE INCOME FROM
THE BEQUEST OF
CHARLES MINOT,
OF SOMERVILLE,
(Class of 1828,)
18 Sept. 1876



MÉMOIRES

DE L'ACADÉMIE ROYALE

DES

SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS

DE BELGIQUE.

MÉMOIRES

DE

L'ACADÉMIE ROYALE

DES

SCIENCES, DES LETTRES ET DES BEAUX-ARTS

DE BELGIQUE.

TOME XXXVIII.



BRUXELLES,

M. HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE.

1871

1876, Sept. 15.
Minot Fund.

LISTE DES MEMBRES,

DES

CORRESPONDANTS ET DES ASSOCIÉS DE L'ACADÉMIE.

(1er avril 1871.)

LE ROI, PROTECTEUR.

M. GALLAIT, président pour 1871.
» Ad. QUETELET, secrétaire perpétuel.

COMMISSION ADMINISTRATIVE.

Le directeur de la classe des Sciences, M. STAS.
» » des Lettres, M. HAUS.
» » des Beaux-Arts, M. GALLAIT.
Le Secrétaire perpétuel, M. Ad. QUETELET.
Le délégué de la classe des Sciences, M. N. . . . . .
» » des Lettres, M. M. N. J. LECLERCQ.
» » des Beaux-Arts, M. L. ALVIN.

et, en substituant cette valeur dans l'équation entre ω', d', on trouve :

$$d' = v_1 R : A.g$$

ce qui rend cette durée inversement proportionnelle à A, mais en raison de v_1R.

Voilà donc un premier exemple de discontinuité : la durée entière du mouvement se compose de deux périodes d,d' ; dans la première, ce sont les formules (1), (2), qui sont valables; dans la seconde, il n'y a plus que la formule (B) nécessaire et suffisante pour représenter l'état dynamique du corps. Après le temps $d+d'$, on a constamment $\omega=0$, et pour tout temps $t>d+d'$ on n'a plus besoin d'aucune équation autre que de celle $\omega=0$. Il importe aussi de remarquer la façon de déterminer ou d'éliminer la constante C ; et pour y arriver, il faut, dans le second cas, prendre l'origine du temps t à la même époque que dans le cas des formules (1), (2).

Voyons présentement de quelle façon on peut tenir compte de la force centrifuge dans l'équation (A). Il est clair que l'arête de contact constitue un axe principal pour son point de rencontre avec le vertical mené par le centre du solide suivant la ligne de v_1 : or, si la rotation se faisait pendant un temps fini autour de la ligne de contact actuelle censée fixe, les forces centrifuges auraient une résultante verticale ascendante, égale à $MR\omega^2$, et l'on aurait

$$P' = P - MR\omega^2;$$

mais l'axe de rotation se déplace d'instant en instant, et les éléments courbes décrits pendant un moment ne sont pas les éléments circulants mêmes qu'ils touchent ; ce sont des *arcs cycloïdes rampants;* dont les rayons de courbure ρ, ρ', ρ''... varient en tendant vers l'infini pour les points, dm, dm'.. situés très-près de l'axe central ou du centre : or, toutes les molécules de ce genre donnent lieu à une force centrifuge insensible, laquelle est nulle pour le centre même ; au contraire, tous les points matériels censés concentrés à la circonférence extérieure du rouleau donnent lieu à une force centrifuge totale, égale à $\frac{1}{2}$ M.R.ω^2, et dirigée suivant la verticale ascendante du point de contact *.

* Voir une note à la fin.

La quantité à retrancher de P, pour avoir P′, est donc en moyenne, non pas $M.R.\omega^2$, mais $\frac{1}{4}MR\omega^2$; ce qui donne pour P′ la valeur approchée

$$P' = P - \frac{1}{4}M.R\omega^2.$$

L'équation (A) du § 4 devient :

$$h^2\frac{d\omega}{dt} = -\left(g - \frac{1}{4}R.\omega^2\right)A.$$

Si l'on prend pour abréger

$$\frac{1}{4}R = \alpha^2 g \text{ et } A.g : h^2 = a,$$

il en résulte :

$$\frac{d\omega}{dt} = -a(1 - \alpha^2\omega^2).$$

et l'on conclut de là, C étant la constante d'intégration,

$$\log\frac{1+\alpha\omega}{1-\alpha\omega} = 2\alpha(C - at);$$

or, quand $t = d, \omega = \omega'$, ce qui donne

$$\log\frac{1+\alpha\omega'}{1-\alpha\omega'} = 2\alpha(C - ad).$$

Ensuite il faut avoir $\omega = 0, t = d + d'$, d' indiquant la durée du roulement, ce qui produit la condition :

$$0 = 2\alpha(C - a.(d + d')),$$

et de là résulte l'équation :

$$\frac{1}{2\alpha}\log\left(\frac{1+\alpha\omega'}{1-\alpha\omega'}\right) = ad',$$

ou, en mettant pour ω' sa valeur

$$\frac{1}{2\alpha}\cdot\log\left[\frac{1+\alpha\cdot\frac{v_1 R}{h^2}}{1-\alpha\cdot\frac{v_1 R}{h^2}}\right] = ad',$$

et comme

$$\log\frac{1+x}{1-x}=2\left(x+\frac{x^3}{3}+\text{etc.}\right)$$

on en conclut

$$d'=\frac{\omega'}{a}+\frac{a^2\omega'^3}{3a}+\text{etc.}$$

ce qui reproduit la valeur de d' déjà obtenue, si l'on se borne au premier terme de la série; si l'on en prend les deux premiers on obtient :

$$d'=\frac{v_1R}{A.g}\cdot\left[1+\frac{R}{12g}\cdot\left(\frac{v_1R}{k^2}\right)^2\right]$$

et le plus souvent on peut s'arrêter là pour le calcul de d'.

Si l'on résout l'équation entre, ω, t, on trouve

$$a\omega=\frac{e^{2\chi(C-at)}-1}{e^{2\chi(C-at)}+1},$$

et celle-ci pourra donner l'espace décrit en fonction du temps.

§ 5. — Une sphère élastique, ou bille d'ivoire, est placée en repos sur un tapis vert : toute force de percussion horizontale ou oblique imprime à la sphère une vitesse de translation v_1, pour le centre, et une vitesse angulaire ω_1 sur le diamètre horizontal perpendiculaire à la translation; cela arrive du moins ainsi, toutes les fois que la force de percussion est appliquée à la bille dans le vertical d'un grand cercle. Je suppose désormais que cette condition initiale soit toujours remplie.

Il est clair qu'il y a une équation de condition entre v_1 et ω_1; en effet, en mesurant la force de percussion par Mv_1, on doit avoir, p désignant le bras de levier de la percussion horizontale ou de la composante horizontale,

$$\omega_1=v_1.p:K^2,$$

tant que l'on prend la bille en dessous de son centre, on doit nécessairement agir par un choc incliné, d'autant plus qu'on agit plus bas sur la bille : or, dans ce cas, la composante verticale du choc est négligeable, parce que sa

direction est faiblement inclinée sur l'horizon, et que d'ailleurs cette composante ne saurait se communiquer à la bille. Quand une fois on prend la bille en dessus du centre, on pourra rendre le choc horizontal tant que le rapport $p:\mathrm{R}$ est fort petit; mais à mesure qu'on appliquera le choc plus haut, on doit incliner l'axe de la queue davantage, afin qu'il n'y ait pas glissement; mais dès lors la composante verticale se communique au mobile, et moyennant la réaction au point de contact, le corps subit l'action d'un couple de percussion, qui lui imprime une vitesse ω_2 rétrograde, tandis que ω_1 est directe.

Quand une fois on a $p:\mathrm{R}$ très-près de l'unité, et que l'axe de la queue a une inclinaison très-forte, le ω_1 sera négligeable par rapport à ω_2, et la bille prendra une vitesse de translation fort petite; elle s'animera d'une vitesse angulaire rétrograde ω_2 assez grande, dont la valeur est indépendante de v_1 et qui dépend seulement du couple de percussion; celui-ci a, il est vrai, un très-petit bras de levier, mais la force en est d'autant plus énergique. La production de cet effet ne peut s'obtenir que par un long exercice et constitue ce que l'on nomme parmi les plus adroits joueurs : *masser la bille.* L'expérience démontre que la bille peut, dans ce cas, revenir en arrière après avoir fait un petit trajet en avant; que, le plus souvent, ce retour se fait par une courbe à droite ou à gauche de v_1. Cela arrivera toutes les fois que le plan vertical du couple de percussion fait un angle plus ou moins sensible avec le vertical du grand cercle qui renferme la ligne de v_1; de sorte que, quand cet angle est nul, le mobile doit revenir précisément par le chemin rectiligne qu'il a suivi d'abord.

L'expérience démontre encore que, à moins de masser la bille, le centre de celle-ci ne saurait jamais revenir en arrière. Il s'agit de voir maintenant si la théorie, convenablement appliquée, est d'accord avec les faits.

§ 6. — La bille étant percutée en dessous, et v, ω, étant les valeurs des vitesses après un temps t, nous aurons

$$\frac{dv}{dt} = -fg, \quad \frac{d\omega}{dt} = -\frac{f.g.\mathrm{R}}{\mathrm{K}^2}, \quad \mathrm{K}^2 = \frac{2}{5}\mathrm{R}^2,$$

$$v = v_1 - f.g.t, \quad \omega = \omega_1 - \frac{f.g.\mathrm{R}}{\mathrm{K}^2}.t \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1)$$

et $$\omega_1 = \frac{v_1 . p}{K^2} = \frac{5}{2} \cdot \frac{v_1 . p}{R^2}, \quad R\omega_1 = \frac{5}{2} \cdot \frac{v_1 . p}{R} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

La formule (2) montre que, pour le cas de $p = \frac{2}{5}R$, la vitesse de circulation $R\omega_1$ est égale à v_1, mais il n'y aura pas roulement, parce que ω_1 est rétrograde; du moins cela n'arrive pas pour l'arête du point de contact avec le tapis vert. Pour le cas de $p < \frac{2}{5}R$, la vitesse $R\omega_1$ est moindre que celle v_1; et pour $p > \frac{2}{5}R$, elle est, au contraire, plus grande.

$$p < \frac{2}{5}R, \quad R\omega_1 < v_1$$

$$p > \frac{2}{5}R, \quad R\omega_1 > v_1,$$

or, le temps d, requis pour $v=0$ a la valeur: $d = v_1 : fg$ et le temps d' requis pour $\omega = 0$ a la valeur $d' = \omega_1 . K^2 : f.gR = \frac{v_1}{f.g} \cdot \frac{p}{R}$: ainsi d' est toujours moindre que $d = v_1 : fg$: donc la rotation rétrograde s'éteindra toujours avant la vitesse v_1; mais la translation continuant, le frottement du contact produira une rotation directe, et ce mouvement finira par devenir un roulement, sans que la vitesse v_1 puisse devenir négative; car la seconde période d'', qui commence après d', et à la fin de laquelle $v = R\omega$, est moindre que le temps requis pour éteindre la vitesse restante $v_1 - f.g.d' = v_1 - \frac{v_1 p}{R}$. La vitesse restante est donc positive après le temps d'', compté de l'époque d', et comme alors $v = R\omega$, il y aura roulement à l'expiration de d'' ou du temps total $d' + d''$.

Quant au cas de p supérieur au centre de la bille, on aura :

$$v = v_1 - f.g.t, \quad \omega = \omega_1 . + \frac{f.g.R}{K^2} \cdot t. \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (3)$$

$$\omega_1 = \frac{5}{2} \cdot \frac{v_1 p}{R^2} \quad \text{ou} \quad = \frac{v_1 p}{K^2}$$

or, après le temps $t = v_1 : f.g$, on a $v = 0$, tandis que la vitesse angulaire ω persiste et a la valeur

$$\omega_0 = \frac{5}{2} \cdot \frac{v_1}{R} \cdot \frac{p + R}{R} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (4)$$

mais qu'arrivera-t-il dans la seconde période t' du mouvement? Le corps tournera-t-il sur place? Ou bien son centre marchera-t-il en *avant* ou en *arrière*?

Si l'on admet les formules (3) d'une manière absolue, il n'y a pas de doute que pendant la durée t' prise même comme indéfinie, la vitesse v ne soit négative; mais la conséquence qui en résulte est inadmissible et conduit à l'absurde; car la valeur absolue de $v = -f.g.t'$ ou de

$$v = v_1 - f.g.(t + t')$$

croîtrait sans limite, et il en serait de même de la vitesse angulaire, à partir de ω_0 donné par l'équation (4); car on aurait

$$\omega = \omega_0 + \frac{5}{2}\frac{f.g}{R}.t'.$$

mais ainsi la vitesse de circulation $R\omega$ serait constamment supérieure à la valeur absolue de la vitesse de translation rétrograde, et la *concordance* serait impossible, d'autant plus que par rapport au v actuel la rotation serait à considérer comme rétrograde, ce qui ne saurait jamais donner une rotation résultante autour de l'arête de contact même. Il n'y aurait donc jamais roulement sur le plan d'appui, et ce qui est plus fort encore, le mouvement du mobile, loin de se perdre et de s'anéantir, irait en croissant et la période t' serait indéfinie; cette étrange conséquence d'idées absolues est impossible et provient de ce qu'on y attribue au frottement le double rôle de force active, celui d'accélérer la translation en arrière et la rotation directe. Il suit de là que les formules (3) ne sont valables que pour le temps t.

Concevons que pendant le temps Δt très-petit qui succède au temps t, la sphère tourne sur place; il est clair que la rotation, étant directe pour le haut, est rétrograde pour le bas; donc le frottement au point de contact doit agir maintenant dans le sens direct, et son action se trouve renversée; donc cette force passive doit agir pour faire renaître v dans le sens direct et pour anéantir la rotation. Il faut, par conséquent, avoir, pendant une certaine durée t', les formules nouvelles :

$$v = f.g.t', \qquad \omega = \omega_0 - \frac{f.g.R}{K^2}.t' \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5),$$

or, $\omega_0 R$ étant supérieure d'abord à v, qui part de zéro, et v croissant, tandis que $R\omega$ décroît, ces deux variables finiront par concorder au bout d'un temps t', donné par la condition :

$$f.g.t' = R\omega_0 - f.g.t'.\frac{R^2}{K^2} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (6)$$

d'où

$$t' = \frac{5}{7} \cdot \frac{v_1(p+R)}{f.g.R}$$

comme dans la troisième période t'' il y a roulement, la détermination de t'' se fera d'après le § 4. Évidemment, les formules (5) ne sont valables que pour le temps t' ; pour la durée t'', le mouvement ne comporte qu'une formule qui est exposée et démontrée au paragraphe cité; cette manière de concevoir le rôle du frottement explique donc toutes les anciennes difficultés de ce sujet, et me paraît même ne pas laisser subsister l'ombre d'un doute; elle est aussi d'accord avec l'expérience, car les plus habiles joueurs s'accordent à dire qu'à moins de masser la bille, il est impossible de la frapper de manière qu'après un certain trajet en avant, elle puisse ensuite revenir par ce trajet, avant d'avoir rencontré une bande ou une autre bille.

§ 7. — *Cas où la bille est massée.* — Ceci revient théoriquement à y appliquer une percussion centrale très-petite, et un couple de percussion très-énergique qui produise une vitesse angulaire ω_2 rétrograde (pour le haut).

Il y a d'abord la période de la translation directe v_1 en avant, pour laquelle on doit avoir :

$$v = v_1 - f.g.t, \qquad \omega = \omega_2 - \frac{f.g.R}{K^2}.t \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (7)$$

après un temps t assez court, on a :

$$v = 0, \qquad t = v_1 : f.g, \qquad \omega_0 = \omega_2 - \frac{v_1.R}{K^2} = \omega_2 - \frac{5}{2} \cdot v_1 \times \frac{1}{R};$$

or, v_1 étant très-petit, et ω_2 assez fort, la valeur de ω_0 de la fin de t reste positive, ou peut du moins l'être; donc la rotation ω_0, rétrograde pour le haut, est

directe pour le bas : donc pendant l'instant Δt, de $v=o$, le frottement dû à la rotation ω_0 au point de contact continue à agir de l'avant à l'arrière, et l'on a, par conséquent, pendant la seconde période t',

$$v=-f.g.t', \qquad \omega=\omega_0-\frac{f.g.R}{K^2}\cdot t';$$

cela revient à dire que les formules (7) se maintiennent ici pendant la durée $(t+t')$ avec une vitesse v négative pendant le temps t'; mais la valeur absolue de v négative croissant à partir de $v=o$, et ω diminuant à partir de sa valeur ω_0, il faut qu'il y ait un instant où ces deux variables sont en concordance, ce qui donne $-v=R\omega$, et le temps t', après lequel cette circonstance se produit, est donné par l'équation :

$$f.g.t'=R\omega_0-f.g.t'.\frac{R^2}{K^2}:$$

d'où

$$t'=\frac{5}{7}\cdot\frac{R\omega_0}{f.g}=\frac{5}{7}\cdot\frac{\left(R.\omega_2-\frac{5}{2}\cdot v_1\right)}{f.g}.$$

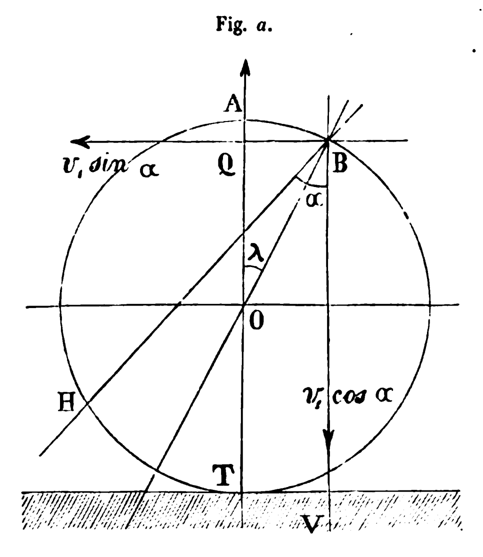
A l'expiration du temps t' censé positif, ce qui suppose

$$R.\omega_2>\frac{5}{2}\cdot v_1,$$

les formules (7) cessent d'avoir lieu, car dès lors le roulement commence et durera pendant une période t'' dont la valeur peut se calculer d'après le § 4, bien entendu avec les données indépendantes v_1 et ω_2. Voilà donc un cas spécial où la vitesse v devient négative, de positive qu'elle était d'abord; mais c'est le seul, et, en résumé, il s'explique aussi aisément et de la même façon que celui de la fin du § 6. Or, l'expérience des académiciens du billard confirme l'un et l'autre et offre une vérification de notre façon d'envisager le fait, et même toute la matière qui nous occupe. Ajoutons à ce qui précède une dernière considération, car il faut porter la conviction dans l'esprit du lecteur.

§ 8. — Reste à examiner si l'effet singulier qu'on vient d'expliquer peut être le résultat d'un choc unique.

Fig. a.



Soit O le centre de la sphère élastique choquée en B suivant BH oblique à l'horizon :

$\widehat{AOB} = \lambda$, AO étant le rayon vertical;

$\widehat{HBV} = \alpha$, BV étant verticale en B :

En admettant que le choc ne glisse pas sur la bille, et que $M.v_1$ en soit la mesure, on peut le décomposer en deux percussions : l'une horizontale : $v_1 \sin \alpha$, pour $M = 1$, l'autre verticale : $v_1 \cos \alpha$.

De là naît d'abord à l'aide du point d'appui un couple direct de force $v_1 \sin \alpha$, et d'un bras de levier $OQ = R \cos \lambda$, partant un moment moteur : $v_1 . R . \sin \alpha \cos \lambda$. Mais la force $v_1 \cos \alpha$ provoque en T une réaction $- v_1 \cos \alpha$ et donne lieu à une couple *inverse*, de force $v_1 \cos \alpha$ et d'un bras de levier $QB = R \sin \lambda$; ce qui produit un second moment $- v_1 . R . \cos \alpha \sin \lambda$. Ainsi l'on a une vitesse de translation $v_1 \sin \alpha$ et une vitesse angulaire ω_1 :

$$\omega_1 = \frac{v_1 R}{K^2} (\sin \alpha \cos \lambda - \cos \alpha \sin \lambda) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (E).$$

Laissons d'abord de côté le cas de $\alpha > \lambda$:

$\alpha = \lambda$, donne $\omega_1 = o$, c'est évident.

$\alpha = o$, donne $v_1 \sin \alpha = o$ et $\omega_1 = - \frac{v_1 R}{K^2} \sin \lambda$, de sorte qu'il y a simplement vitesse angulaire rétrograde, cas où le frottement éteint peu à peu une partie de ω_1 en faisant naître une vitesse de translation négative; après un temps plus ou moins sensible, la concordance a lieu entre v et ω, et le corps finit par rouler, ce qui entraîne l'extinction du mouvement, comme cela doit être.

$$\alpha = 90^\circ, \quad v_1 \sin \alpha = v_1, \quad \omega_1 = \frac{v_1 . R}{K^2} \cdot \cos \lambda;$$

mais alors on doit prendre λ assez fort, afin que le choc ne glisse pas sur la bille.

Le cas de $\alpha < \lambda$, et $> o$ est le plus curieux.

Il est clair, d'après la formule (E), que pour α très-petit on obtient alors une vitesse angulaire rétrograde fort grande relativement à v_1 sin α, fort petit; donc le cas singulier dont il s'agit peut, en effet, se réaliser par un seul choc à l'aide du point d'appui avec le tapis vert.

Dans le cas de $\alpha > \lambda$, λ étant entre 0° et 90°, la valeur de ω_1 formule (E) a toujours une valeur positive, et la rotation est directe; le cas de $\alpha > \lambda$, pour $\lambda > 90°$ et $< 180°$, est irréalisable dans la pratique où α peut au plus atteindre 90°.

Le cas de α quelconque entre 0° et 90°, et de λ compris entre 90° et 180° donne toujours une vitesse angulaire rétrograde; alors la sphère est prise en dessous; mais dans le fait α doit être peu différent de 90°.

Pour apprécier l'influence du frottement au contact, pendant l'instant très-court du choc, il suffit de considérer que v_1 sin α devient par là : $v_1 \sin\alpha - f.v_1.\sin\alpha.\cos\alpha. = v_1 \sin\alpha\,(1 - f\cos\alpha)$, ce qui réduit la vitesse angulaire à $\omega_1\,(1 - \cos\alpha)$; leur rapport est évidemment le même que celui des vitesses non réduites, et à ce point de vue le frottement pouvait être laissé de côté dans la discussion précédente.

La valeur générale de ω_1, donnée par l'équation (E), résout aussi la question de savoir comment il faut percuter la sphère, pour que le roulement ait lieu dès l'instant même du choc; en effet, comme il en résulte

$$\frac{R.\omega_1}{v_1 \sin\alpha} = \frac{R^2}{K^2}(\cos\lambda - \cot g\,\alpha.\sin\lambda) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (F)$$

et qu'il doit y avoir concordance entre $v_1 . \sin\alpha$ et ω_1 mêmes, la condition (F) devient :

$$\cos\lambda - \cot g\,\alpha.\sin\lambda = K^2 : R^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (G)$$

et les équations (E), (F), (G), sont valables aussi pour le cylindre, tant qu'on y laisse subsister K^2 :

α étant d'abord pris comme inconnue, et λ comme donnée, on tire de (G) :

$$\cot g\, \alpha = \cot g\, \lambda - K^2 : R^2 \sin \lambda.$$

ainsi α doit toujours être plus fort que λ; en effet, la rotation doit être directe, pour rendre la question possible; mais on peut aussi prendre α comme donnée et λ comme inconnue ; alors l'équation (G) doit se résoudre, par rapport à $\sin \lambda$, en prenant : $K^2 : R^2 = n^2$, on trouve :

$$\sin \lambda = - n^2 \sin \alpha \cos \alpha \pm \sin \alpha \sqrt{1 - n^4 \sin^2 \alpha}$$

et λ ne pouvant être négatif, on doit prendre uniquement :

$$\sin \lambda = \sin \alpha \sqrt{1 - n^4 \sin^2 \alpha} - n^2 . \cos \alpha \sin \alpha ;$$

mais dans la réalité α ne peut varier que entre 0° et 90°; d'ailleurs, quelle que soit sa valeur, le radical est toujours réel ; ainsi pour α donné l'équation assigne toujours le point de la sphère où il faut appliquer le choc, pour qu'il n'y ait que roulement.

En fixant l'origine du temps t à l'époque même du choc, nous aurons, en vertu de ce qui est dit à la fin du § 4 :

$$\log \cdot \frac{1 + \alpha\omega_1}{1 - \alpha\omega_1} \cdot \frac{1 - \alpha\omega}{1 + \alpha\omega} = 2\alpha a . t.$$

ω_1 est donné par l'équation (E) et la valeur $R\omega$ de v devient une conséquence nécessaire de celle de ω, donnée par la dernière équation : au contraire, il faudrait avoir v constante, dans l'hypothèse de la loi de mouvement du centre d'inertie; cette loi même tombe donc en défaut dans le cas actuel, et il n'est pas bien difficile d'en comprendre la raison.

En nommant d la durée du roulement, on aura $\omega = 0$, $t = d$ à la fois, partant :

$$d = \frac{1}{2a\alpha} \cdot \log \cdot \frac{1 + \alpha . \omega_1}{1 - \alpha . \omega_1} .$$

Pour toute époque postérieure à d, aucune formule n'est plus nécessaire, le mouvement étant éteint par hypothèse; la formule qui nous donne ω en t n'est donc applicable que pour tout t compris entre zéro et d, et pour $t > d$, on n'a plus rien d'autre que $\omega = 0$.

§ 9. — Le *frottement* des corps mobiles, *la résistance des fluides*, etc., sont dites résistances *passives;* cette dénomination que l'on a, je crois, critiquée parfois, est convenable et logique, parce qu'elle met tacitement une restriction suffisante à toute formule, compliquée d'une résistance de ce genre, et que l'on n'a aucun moyen d'exprimer analytiquement de telles restrictions. Certes la résistance passive est active dans tout mouvement acquis; mais elle n'agit que pour détruire la vitesse acquise et ne saurait jamais faire renaître une vitesse en sens contraire, puisque son action cesse à l'instant même où la vitesse directe est nulle. Toute formule, compliquée du frottement, est donc susceptible de discontinuité. Prenons le cas le plus simple d'un corps pesant, lancé sur un plan horizontal, avec une vitesse v_1, et glissant sur le plan, nous aurons :

$$v = v_1 - f.g.t;$$

évidemment la formule n'est applicable que pour tout temps compris entre zéro et $v_1 : f.g$; mais au delà de ce terme, elle ne l'est plus, à moins que d'admettre que le frottement puisse faire renaître un mouvement rétrograde; mais cette supposition est inadmissible et contraire à l'expérience : après le temps $t = v_1 : f.g$, l'action du frottement cesse à l'instant même où $v = 0$, et ne pourra réagir dans le sens négatif que quand une nouvelle force de pression ou de percussion provoquera dans le corps une nouvelle tendance dynamique.

Si au lieu du frottement censé nul, nous appliquons au corps une résistance active constante $f.g$, la formule sera applicable pour un temps quelconque; elle sera absolue. L'énorme différence entre les deux cas est manifeste et prouve la nécessité de faire une distinction entre les résistances *actives* et CELLES qui ne sauraient reproduire le mouvement contraire à celui qu'elles ont éteint d'abord. Nous avons, il est vrai, reconnu dans le mouvement des sphères des cas où le frottement produit un mouvement de rotation

en même temps qu'il éteint une translation; mais ceci ne porte aucune atteinte à ce qui vient d'être dit; pour que l'action du frottement soit suspendue, il faut que TOUT mouvement du corps cesse, ou que du moins, après un certain temps, le roulement se substitue à des mouvements partiels; aussi cet exemple des sphères et cylindres, traité dans les §§ 4, 5, 6, 7, 8, nous paraît remarquable à plus d'un titre, et ne laisse pas que de jeter un nouveau jour sur les singuliers effets du frottement même. D'ailleurs, la discontinuité que j'ai signalée et que l'on ne saurait nier se présente déjà dans quelques cas rares de la mécanique rationnelle; je n'insiste donc pas davantage, parce que la discussion des faits, pris un à un et successivement, peut seule faire naître la lumière.

J'appelle aussi l'attention du lecteur sur le commencement du § 4 et notamment sur le raisonnement qui m'a conduit à poser l'équation (A); il s'apercevra aisément quelles questions restent à traiter, et de quelle manière les conditions de chaque problème particulier doivent être envisagées.

Le cas singulier du § 7 a été déjà traité ailleurs; mais la solution qu'on en a donnée n'explique pas la difficulté du sujet, parce que l'on y fait résulter le v négatif de la formule $v = v_1 - f.g.t$, tandis qu'il faut prouver avant tout que cette formule se maintient au delà de t, et pendant le temps $(t + t')$; cela est d'autant plus nécessaire qu'elle cesse d'avoir lieu pour tout temps plus grand que $(t + t')$; notre solution qui comprend tous les cas (§§ 5, 6, 7) est donc fort différente et nous paraît reposer sur un fondement solide.

Notre manière même de concevoir le mode d'action du frottement et la résistance au roulement suffit déjà pour prouver qu'il doit y avoir discontinuité dans les formules; conformément à ce qui est exposé aux §§ 1, 2, 3, ces deux genres de résistances ne font que se substituer l'un à l'autre, comme les mouvements mêmes qui y répondent. Donc les formules qui les représentent et qui ne sauraient être les mêmes dans les deux cas sont discontinues; on contestera peut-être notre manière de voir et l'on cherchera à y substituer une autre hypothèse; mais, dès lors, il faudra la soumettre à la discussion des faits et examiner si elle peut fournir une explication aussi simple et aussi facile que celle que nous avons donnée plus haut pour chaque problème particulier.

Finalement il convient de revenir sur un passage du § 4 : on ne peut pas dire à la rigueur que la loi du mouvement du centre d'inertie tombe en défaut dans le cas particulier qui nous a occupé plus haut; car, outre l'équation dynamique (A) du problème, il y a une autre condition, celle de l'équilibre de translation, savoir :

$$\varphi = - \mathrm{M} \cdot \frac{dv}{dt} = - \mathrm{MR} \frac{d\omega}{dt} \cdot$$

C'est pour avoir perdu momentanément de vue la réaction tangentielle φ, du plan d'appui sur le corps mobile, qu'on a été amené dans le passage cité à une contradiction qui n'existe pas. Je pense que la précédente considération est conforme à une remarque faite par M. Gilbert; dans le § 3 on a, du reste, mentionné expressément le couple de force φ, puisqu'il y est dit que dans le mouvement acquis, les forces d'inertie en combinaison de φ font l'office de couple moteur. Mais évidemment la condition de l'équilibre de translation ne doit plus exprimer la loi du centre d'inertie, puisque la vitesse de ce point, aussi bien que celle de tout autre point du mobile, est fournie par l'équation (A) ; quelle peut donc être la signification de cette condition? La réponse à cette question implique quelques nouvelles difficultés que nous entrevoyons du moins en partie : mais comme nous ne saurions peut-être pas les résoudre complétement, nous nous arrêterons pour le moment, avec l'espoir que le temps et la réflexion nous viendront en aide, pour achever l'esquisse théorique que nous avons en vue. Toutefois, il nous paraît opportun d'indiquer à l'avance et dès à présent le cadre des questions principales dont on se propose de traiter dans un second essai, destiné à faire suite à cette première étude :

I. Un corps pesant de forme sphérique ou cylindrique, posé sur un plan de niveau, est soumis en son centre à une force continue et horizontale, quelle est la représentation du mouvement produit, et quelle est l'explication des difficultés de la question?

II. Le corps mobile est posé sur un plan incliné, quelle est la loi de son mouvement, et quel est le rôle que joue l'inclinaison du plan? Y a-t-il roulement du corps, ou mouvements discordants? Que se passe-t-il quand le

corps arrive au bas du plan incliné et continue à se mouvoir sur un plan horizontal?

Quelles sont les formules propres au calcul numérique de la constante A ou A'?

III. Comment se modifient les conditions du problème précédent, le mobile étant chargé en son centre d'un poids étranger?

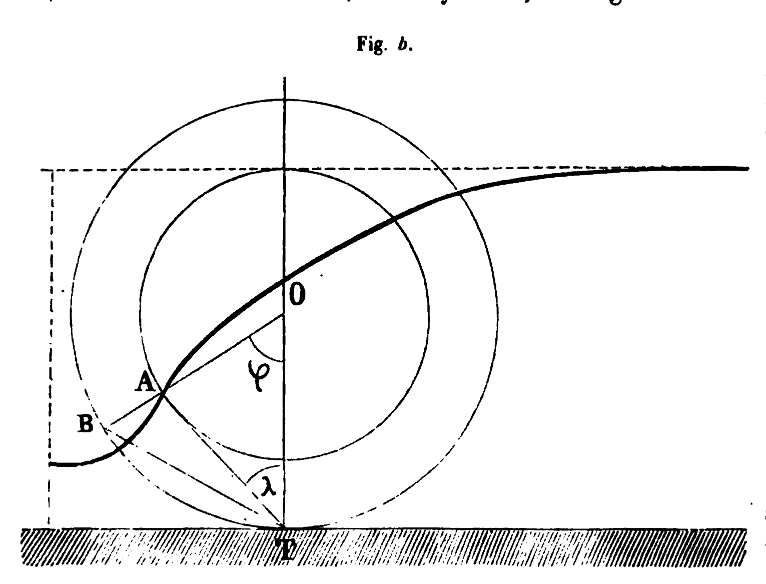
IV. Un corps cylindrique ou sphérique, placé dans la concavité d'une surface cylindrique et rigide, est très-peu écarté de sa position d'équilibre; former l'équation différentielle exacte du mouvement de roulement qui en résulte, et en déduire une valeur très-approchée d'une durée d'oscillation. Cette espèce de pendule peut également servir au calcul de A, A', les amplitudes successives étant mesurées par l'observation. Voilà le cadre assez étroit que nous nous efforcerons de remplir.

FIN.

NOTE SUR LE § 4.

Évaluer exactement la résultante des forces centrifuges d'un cylindre et d'une sphère qui roulent sur un plan d'appui horizontal.

1° Considérons d'abord le cas du cylindre, de longueur l et de densité μ :



Si l'on y prend un point matériel, placé en A (fig. b), à l'intérieur d'une section circulaire quelconque du solide, qui a son point de contact en T avec le plan, on pourra faire : $AT = n$, normale à l'élément courbe décrit par dm arrivé en A : ρ = le rayon de courbure correspondant ; $AO = p$, distance invariable de A au centre O de la section ;

$$\widehat{AOT} = \varphi, \quad \widehat{ATO} = \lambda,$$

et l'on déduit de là :

$$n . \cos \lambda = R - p \cos \varphi,$$

$$n^2 = p^2 + R^2 - 2p . R . \cos \varphi,$$

et

$$\rho = \pm \frac{n^3}{p(R \cos \varphi - p)}$$

partant,

$$\frac{n^2}{\rho} = \pm \frac{p(R \cos \varphi - p)}{n} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

mais en nommant ω' la vitesse angulaire de A autour du centre de courbure, on a pour la force centrifuge de dm :

$$d\psi = \rho . dm . \omega'^2,$$

et comme $\rho\omega' = n\omega$, on en conclut :

$$d\psi = \frac{n^2}{\rho} \cdot dm . \omega^2 . \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

on voit donc que si la masse entière du mobile était condensée au centre, on aurait $\psi = 0$; que si elle était à la distance R du centre, on aurait :

$$\rho = 2n, \quad d\psi = \pm \frac{1}{2} \cdot \omega^2 . n . dm.$$

Il est évident ensuite qu'à $d\psi$ on peut substituer les deux composantes $d\psi . \cos \lambda, d\psi \sin \lambda$, et que l'on a :

$$\int . d\psi . \sin \lambda = 0,$$

partant, que la résultante est une force verticale :

$$\int d\psi . \cos \lambda = \frac{1}{2} \omega^2 . \int n . \cos \lambda . dm.$$

et comme $n \cos \lambda$ exprime l'ordonnée verticale y du point A par rapport à l'horizantale en T, on doit avoir :

$$\int d\psi . \cos \lambda = \frac{1}{2} \omega^2 . \int y dm = \frac{1}{2} \text{M} . \text{R} . \omega^2 .$$

ainsi la force centrifuge d'une circonférence de cercle matérielle ou d'une surface cylindrique qui roule sur un plan, n'est que la moitié de celle qui aurait lieu, si l'arête de contact était un axe fixe de rotation.

Cela étant posé, reprenons la question générale. En substituant dans l'équation (2) la valeur de $n^2 : \rho$, donnée par la formule (1), on en déduit :

$$\pm \frac{d\psi . \cos \lambda}{\omega^2} = \frac{p (\text{R} \cos \varphi - p)}{n} \cdot \cos \lambda . dm.$$

partant, en vertu de la valeur de $\cos \lambda$:

$$\cos \lambda = \frac{\text{R} - p \cos \varphi}{n}; \pm \frac{d\psi . \cos \lambda}{\omega^2} = \frac{(\text{R} \cos \varphi - p)(\text{R} - p \cos \varphi) . p . dm}{n^2 = p^2 + \text{R}^2 - 2p\text{R} . \cos \varphi} \quad . \; . \; . \quad (3)$$

Si l'on conçoit en A un élément de surface $pdpd\varphi$, sur la section centrale du solide, on voit que l'élément solide, ayant $pdpd\varphi$, pour base droite a un volume $l.p.dp.d\varphi$; de sorte que sa masse dm a la valeur :

$$dm = \mu . l . p . dp . d\varphi .$$

d'après ce système de division, la formule (3) devient :

$$\pm \frac{d\psi . \cos \lambda}{\omega^2} = \frac{\mu . l . (\text{R} \cos \varphi - p)(\text{R} - p \cos \varphi) . p^2 . dp . d\varphi}{p^2 + \text{R}^2 - 2p\text{R} . \cos \varphi} \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (4)$$

Si l'on intègre d'abord cette expression par rapport à φ, entre les limites 0 et 2π, on obtient la force centrifuge d'un anneau d'une épaisseur dp et d'un rayon p. Si l'on intègre

ce résultat par rapport à p, entre les limites 0 et R, on obtient la force centrifuge du cylindre, après avoir ramené le facteur ω^2 au second membre.

Or, en posant pour abréger

$$p^2 + R^2 = q^2,$$

il est aisé de voir que l'on a :

$$\frac{(R\cos\varphi - p)(R - p\cos\varphi)}{q^2 - 2pR.\cos\varphi} = \frac{1}{2}\cos\varphi - \frac{q^2}{4pR} + \left(\frac{q^2}{4pR} - \frac{p.R}{q^2}\right)\cdot\frac{1}{1 - \frac{2pR}{q^2}\cdot\cos\varphi}.$$

donc l'intégrale par rapport à φ, devient

$$\frac{1}{2}\int_0^{2\pi}\cos\varphi d\varphi = 0; \qquad -\frac{q^2}{4pR}\cdot\int_0^{2\pi} d\varphi = -\frac{2\pi.q^2}{4p.R} = -\frac{\pi.q^2}{2.p.R};$$

ou, en posant ensuite

$$\frac{2.p.R}{q^2} = m,$$

on obtient pour le second terme :

$$-\frac{q^2}{2pR}\cdot\int d\varphi = -\frac{\pi}{m}$$

m étant évidemment moindre que l'unité :

Le troisième terme à intégrer sera :

$$\frac{1-m^2}{2m}\int_0^{2\pi}\frac{d\varphi}{1 - m.\cos\varphi}$$

mais l'intégrale indéfinie est :

$$\int\frac{d\varphi}{1 - m\cos\varphi} = \frac{2}{\sqrt{1-m^2}}\cdot\text{arc}\,\lambda,$$

λ étant donné par l'équation :

$$\text{tang}\,\lambda = \frac{1+m}{\sqrt{1-m^2}}\cdot\frac{\sin\varphi}{1+\cos\varphi}.$$

ainsi $\lambda = 0$, pour $\varphi = 0$, et $\lambda = 0$, pour $\varphi = 2\pi$; ce qui donne :

$$\int_0^{2\pi}\frac{d\varphi}{1 - m\cos\varphi} = 0.$$

Il suit de là que l'intégrale du second membre de (4), prise de $\varphi=0$, à $\varphi=2\pi$, donne le résultat :

$$-\mu.\pi l.p^2.dp.\frac{p^2+R^2}{2p.R}$$

et

$$\int_0^{2\pi} d\psi.\cos\lambda = \mu.\pi.l.\omega^2.pdp.\frac{p^2+R^2}{2R}$$

d'où

$$\int_0^{R}\int_0^{2\pi} d\psi.\cos\lambda = \mu.\pi.l.\omega^2.R^2\times\frac{3}{8}R = \frac{3}{8}.M.R.\omega^2.$$

On peut, par conséquent, dire que la force centrifuge d'un cylindre qui roule sur un plan d'appui est les $\frac{3}{8}$ de celle qui aurait lieu, si l'arète de contact avec le plan était un axe fixe de rotation.

M′ désignant la masse d'une simple surface cylindrique de rayon p, et concentrique au cylindre roulant, on trouverait encore aisément, pour la force centrifuge de cette surface, la valeur :

$$\frac{1}{2}.M'.p.\omega^2.\frac{p^2+R^2}{2pR} = \frac{1}{2}M'.\frac{p^2+R^2}{2R}.\omega^2,$$

et il est permis d'en conclure que le cylindre a la même force centrifuge que si sa masse était uniformément répartie sur une surface cylindrique, concentrique au solide, et d'un rayon R, égal à celui de giration;

2° Examinons présentement le cas du solide sphérique, qui se résoudra expéditivement, eu égard à ce qui est déjà trouvé.

L'élément de volume, ayant une section droite $p.dp.d\varphi$ sur le plan vertical du grand cercle de la sphère, a une longueur $2\sqrt{R^2-p^2}$, et, partant, une masse :

$$dm = 2\sqrt{R^2-p^2}.p.dp.d\varphi.\mu$$

ce qui donne par l'équation (3) :

$$\pm\frac{d\psi.\cos\lambda}{\omega^2} = 2.\mu.\sqrt{R^2-p^2}.p^2.dp.d\varphi.\frac{(R\cos\varphi-p)(R-p\cos\varphi)}{p^2+R^2-2.p.R\cos\varphi};$$

or, la composition en φ est la même que pour le cylindre. Donc l'intégrale relative à φ, de 0 à 2π est encore :

$$-\pi.\frac{p^2+R^2}{2pR}$$

et il vient par conséquent :

$$\frac{1}{\omega^2}\int_0^{2\pi} d\psi.\cos\lambda = -2.\mu.\pi.p.dp.\frac{p^2+R^2}{2R}.\sqrt{R^2-p^2},$$

expression qu'il faut encore intégrer par rapport à p de 0 à R.

On obtient le second résultat défini :

$$\mu.\pi.\frac{7}{15}.R^4 = \frac{1}{3}.\mu.\pi.R^3 \times \frac{7}{5}R. = \frac{7}{20}M.R,$$

partant,

$$\int_0^R\int_0^{2\pi} d\psi.\cos\lambda = \frac{7}{20}.M.R.\omega^2.$$

ainsi quand une sphère roule sur un plan fixe, de manière à développer constamment la même circonférence de grand cercle, sur la même droite du plan, la force centrifuge n'est que les $\frac{7}{20}$ de celle qui aurait lieu, si l'arête de contact était un axe fixe de rotation pour le mobile.

Nous avons finalement pour le cylindre :

$$P' = P - \frac{3}{8}.M.R.\omega^2,$$

partant,

$$\alpha^2 = \frac{3R}{8g}$$

et pour le solide sphérique :

$$P' = P - \frac{7}{20}MR.\omega^2, \qquad \alpha^2 = \frac{7R}{20g}:$$

on pourrait se borner approximativement à une seule valeur de α^2 pour les deux solides, puisque l'excès du premier sur le second n'est que $\frac{1}{40}$ M.R.ω^2, la masse et le rayon étant les mêmes de l'un à l'autre cas.

Tableau des notations principales.

P le poids . . . . }
M la masse. . . . . } du mobile.
R le rayon . . . . }
MK² le moment d'inertie géométrique, relatif à l'axe du centre

Mh^2 le moment d'inertie du corps par rapport à l'arête de contact avec le plan.

$$h^2 = K^2 + R^2$$

les lignes K et h se nomment parfois les *rayons de giration* par rapport à l'*axe central* et à l'*arête de contact* respectivement :

l la longueur du cylindre ou rouleau.

P' le poids du corps, diminué d'une certaine force centrifuge.

g le coefficient de la pesanteur.

f celui du frottement.

A. une quantité linéaire qui dépend de la nature des corps en contact.

$A' = \sqrt{2h}$ une autre constante, encore indépendante de P et R.

v la vitesse variable de translation.

ω la vitesse angulaire partielle contemporaine.

v_1, ω_1 les valeurs initiales de v, ω.

$K^2 = \frac{2}{5} R^2$, pour la sphère; $K^2 = \frac{1}{2} R^2$ pour le cylindre.

Terminologie et notions subsidiaires.

La vitesse angulaire partielle du corps sur son axe central est réputée *directe* ou *rétrograde* selon qu'elle a lieu pour le point le plus élevé du mobile dans le sens même de v ou v_1, ou en sens contraire.

Les quantités v, ω sont dites en *concordance* quand la *translation* et la *rotation* se composent pour chaque point en une *rotation résultante*, autour de l'arête de contact même : ce qui suppose $V = R.\omega$.

Il est clair, en effet, que la rotation, directe en haut, est rétrograde en bas, et assigne à cette arête du corps une vitesse nulle pour $R.\omega = v$. C'est, d'ailleurs, le seul cas où cette composition soit possible et donne lieu au roulement du corps sur le plan d'appui; certes les deux mouvements peuvent toujours se composer en une rotation autour d'un axe fictif; mais cet axe est, en général, en dehors du plan, et le roulement sur le plan même n'a lieu que quand il y a concordance entre v et ω. Il est aisé de voir aussi que dans ce dernier cas la vitesse angulaire résultante sur l'arête de contact est toujours égale à la vitesse angulaire partielle, autour de l'axe central parallèle à cette arête.

Le mobile est toujours censé projeté avec une vitesse de translation horizontale v, perpendiculaire à l'arête. Pour une sphère, quelle que soit la direction horizontale donnée de v, on concevra par le centre un diamètre horizontal, perpendiculaire à v; et par le point de contact avec le plan d'appui, on mènera dans ce plan une parallèle à ce diamètre; cette parallèle est donc ce qu'il faut nommer alors l'arête de contact.

La force vive d'un solide en mouvement est toujours égale à la somme des forces vives, dues à la vitesse de translation du centre et à celle de rotation autour de ce point.

TABLE DES MATIÈRES.

FIN.

OBSERVATIONS

DES

PHÉNOMÈNES PÉRIODIQUES

PENDANT LES ANNÉES 1867 ET 1868.

OBSERVATIONS

DES

PHÉNOMÈNES PÉRIODIQUES.

Les premières observations sur les époques critiques des plantes, telles que la feuillaison, la floraison, la production des fruits, la chute des feuilles, etc., furent faites par le célèbre Linné et par quelques-uns de ses amis qui voulaient bien le seconder dans ses recherches. Malheureusement l'inattention de quelques-uns d'entre eux fit négliger plusieurs conditions nécessaires dans ce genre d'observations, qui furent suspendues après quatre à cinq ans d'expérience. L'époque de la floraison, par exemple, était marquée, pour l'un, à l'instant de l'épanouissement de la première fleur; pour l'autre, au moment de l'épanouissement général; et cette indécision produisait parfois des différences d'un mois entier.

Depuis, on s'est attaché à signaler de pareilles causes d'erreurs, mais, malgré toutes les précautions prises pour marquer l'époque de la feuillaison, de la floraison, de la maturité des fruits ou de la chute des feuilles, on a reconnu que les instructions n'étaient pas toujours suivies, soit par omission des recommandations faites, soit d'après un système établi d'avance par quelques observateurs de suivre des indications particulières.

Malgré ces fâcheux exemples, l'espoir d'observer les phénomènes périodiques dans leur plus complet ensemble me fit recourir aux savants, et je leur demandai le concours qui m'était nécessaire, non-seulement pour l'étude des phénomènes périodiques des plantes, mais encore pour les animaux de diverses espèces et habitant les différents milieux, tels que l'air, la terre, les eaux et l'intérieur même du sol; j'exprimai mes désirs à l'Académie royale de Belgique, et je fus assez heureux pour voir mes collègues les naturalistes et les physiciens me prêter leur puissant appui. J'osai, avec leur collaboration, adresser mes de-

mandes à un grand nombre de savants de l'Europe, et l'on peut voir, par les documents publiés annuellement depuis 1839 jusqu'à ce jour, que mes espérances n'ont pas été trompées. Les hommes les plus distingués des différents pays ont bien voulu me seconder également; je dois citer surtout avec reconnaissance les noms de Berzelius, de Humboldt, de John Herschel, de Léopold de Buch, de Robert Brown, de Martins, de W. Haidinger, de Kupffer, etc., qui, dès le commencement, m'ont prêté le concours le plus généreux. Grâce à leur aide, un programme général fut alors rédigé avec tout le soin possible; et par ces précautions je pus reconnaître comment l'illustre Linné, malgré sa science, et malgré tous ses soins, avait, dans un premier essai et quand la météorologie était encore si peu avancée, trouvé des difficultés assez grandes pour lui faire ajourner ses premiers travaux.

Il s'était élevé, depuis le commencement, différentes difficultés, surtout par rapport à l'influence des températures sur la végétation; la loi était assez bien marquée dans nos climats tempérés, mais en était-il de même pour les climats extrêmes qui méritaient le plus de fixer l'attention? Les recherches faites, à ma prière, par M. Carl Linsser, l'un des aides de l'Observatoire impérial de Pulkowa, tendirent à montrer, dans deux mémoires, successivement imprimés dans les actes de l'Académie impériale de St-Pétersbourg, que les plantes subissaient en quelque sorte une transformation nouvelle sous le ciel boréal de la Russie et que la loi de la floraison y recevait des changements sensibles. M. Alphonse De Candolle, dont les connaissances sont de la plus haute importance pour cette partie de la botanique, voulut bien m'exprimer ses doutes à cet égard. On voit combien cette importante question mérite encore l'attention des hommes de science. Malheureusement, pendant qu'on imprimait le second mémoire de M. Carl Linsser, l'honorable M. Struve me donna connaissance de la mort de ce jeune savant dont les talents promettaient tant à la science et qui avait la constance de suivre avec un zèle infatigable les conséquences d'une grande loi naturelle dans toutes les modifications qu'elle peut offrir parmi les différentes sciences.

Jusqu'ici les plantes et les animaux avaient été moins étudiés dans les phénomènes physiologiques qu'ils présentent, en ayant égard à la période des saisons et à celle des instants du jour. On a cherché, dans ces derniers temps, à élargir cette étude qui déjà a pu donner quelques explications de différents phénomènes et rendre leur étude plus facile. Peut-être serait-il nécessaire, plus que pour toute autre science, de pouvoir se réunir de loin en loin, dans des congrès particuliers, où des délégués de chaque pays viendraient exposer les résultats de leurs observations, et discuter les moyens employés pour les obtenir afin d'en déduire des conclusions exactement comparables.

MM. Kreil et Fritsch, pour l'Autriche, entrèrent les premiers avec Bruxelles dans une voie semblable; l'Angleterre, la France, l'Italie, l'Allemagne et plusieurs autres pays vou-

lurent bien adopter le même genre d'observations, mais ils n'attachèrent peut-être pas l'attention nécessaire à la comparabilité des résultats.

L'incohérence dans les méthodes porte malheureusement obstacle à tous les travaux qui exigent une grande précision. Lors du congrès international de statistique à Vienne, une section spéciale pour l'étude des phénomènes périodiques avait discuté la question relative aux plantes et aux animaux; il avait été convenu d'arrêter un programme général pour ce genre d'observations dans le congrès suivant, qui devait avoir lieu à Londres. Malheureusement la discussion projetée ne put s'ouvrir dans cette session, et chaque station qui s'était formée, pour l'étude des phénomènes périodiques des plantes et des animaux, crut devoir suivre une marche spéciale. L'inconvénient des méthodes diverses d'observation n'en deviendra que plus en plus sensible; il ne fera que mieux apprécier, du moins chez les vrais observateurs, le besoin de s'entendre et d'observer d'après les mêmes principes.

Nous continuerons à donner ci-après les observations qui ont été faites simultanément en Belgique, pendant les années 1867 et 1868, pour la météorologie, pour la physique du globe, pour la végétation et pour le règne animal. On y trouvera aussi les observations de M. Charles Fritsch qui veut bien continuer à nous faire parvenir ses résultats; et l'on pourra voir, dans les publications de l'Académie impériale de Vienne, avec quelle ardeur il continue avec ses amis ce genre de recherches pour toute l'Autriche.

Pour la météorologie et la physique du globe, les observations ont été faites dans les localités suivantes :

1° *Résumé des observations sur la météorologie, l'électricité et le magnétisme terrestre,* faites à l'Observatoire royal de Bruxelles, en 1867 et 1868, et communiquées par le directeur A. Quetelet, secrétaire perpétuel de l'Académie;

2° *Résumé des observations météorologiques* faites à Gand, en 1867 et 1868, par M. F. Duprez, membre de l'Académie;

3° *Résumé des observations météorologiques* faites à Liége, en 1867 et 1868, par M. D. Leclercq, agrégé à l'Université;

4° *Résumé des observations météorologiques* faites à Ostende, en 1867 et 1868, par M. P. Michel, chef au nouveau phare;

5° *Résumé des observations météorologiques* faites à Ostende, en 1867 et 1868, par M. J. Cavalier;

6° *Observations faites à Anvers,* sur la température de l'air et sur les orages, en 1867 et 1868, par M. Ad. De Boe.

Les observations qui concernent les sciences naturelles ont été recueillies, pendant les années 1867 et 1868, dans les localités suivantes :

1° Botanique.

Bruxelles, dans le jardin de l'Observatoire, par MM. Ad. et Ern. Quetelet;
Anvers, par M. Acar;
Gendbrugge-lez-Gand, par M. le professeur E. Rodigas;
Ostende, par M. Ed. Lanszweert, pharmacien;
Namur, par M. Bellynck, correspondant de l'Académie;
Vienne, par M. Ch. Fritsch, de l'Académie impériale de Vienne;
Salzbourg, par le même.

2° Zoologie.

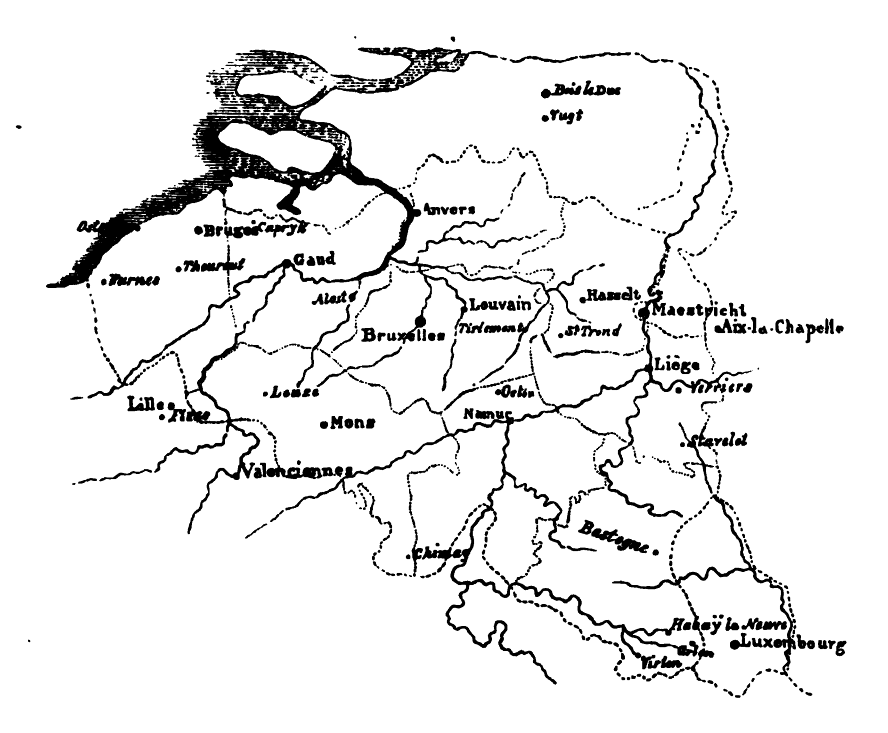
Melle, près de Gand, par M. le professeur Bernardin;
Ostende, par M. Ed. Lanszweert, pharmacien;
Waremme, près de Liége, par M. de Selys Longchamps;
Vienne, par M. Ch. Fritsch, de l'Académie impériale de Vienne.

3° Botanique et Zoologie.

(*Observations faites à des époques déterminées.*)

Bruxelles, par M. Ad. Quetelet:
» par MM. J.-B. Vincent et fils;
Waremme, par MM. de Selys Longchamps et Ghaye;
Liége, par M. Dewalque;
Gendbrugge-lez-Gand, par M. E. Rodigas:
Melle, près de Gand, par M. Bernardin;
Gembloux, par M. Malaise, correspondant de l'Académie;
Namur, par M. Bellynck, correspondant de l'Académie;
Ostende, par M. Ed. Lanszweert;
Vienne, par M. Ch. Fritsch, de l'Académie impériale de Vienne.

On trouvera, dans la carte ci-jointe, la disposition des principaux lieux de la Belgique où des observations ont été faites sur les phénomènes périodiques de la météorologie, des plantes ou des animaux.



Nous donnerons maintenant, comme nous l'avons fait précédemment, les époques de la floraison et de la feuillaison de quelques plantes principales : on jugera mieux des effets des températures, que nous donnons plus loin.

NOMS DES PLANTES.	1841-50.	1851-60.	1861-66.	1867.	1868.
Feuillaison.					
Acer campestre	20 avril.	24 avril.	14 avril.	22 avril.	20 avril.
Æsculus hippocastanum	6 »	12 »	7 »	15 »	5 »
Cratægus oxyacantha	23 mars.	31 mars.	2 »	20 »	3 »
Philadelphus coronarius	18 »	22 »	15 mars.	20 févr.	23 »
Ribes rubrum	17 »	24 »	12 »	20 »	6 mars.
Syringa vulgaris	18 »	25 »	21 »	25 »	4 »
Floraison.					
Æsculus hippocastanum	3 mai.	9 mai.	1 mai.	26 avril.	3 mai.
Cratægus oxyacantha	3 »	10 »	1 »	4 mai.	3 »
Philadelphus coronarius	23 »	29 »	21 »	20 »	18 »
Prunus domestica	16 avril.	18 avril.	11 avril.	15 avril.	8 avril.
Ribes rubrum	2 »	9 »	7 »	30 mars.	2 »
Syringa vulgaris	28 »	3 mai.	23 »	25 avril.	23 »

En comparant les données que résume le tableau précédent, on remarquera que, pour les années 1867 et 1868, les dates de la floraison et de la feuillaison ont subi de légères modifications. On pourra mieux en juger, en comparant les nombres qu'elles donnent dans les deux dernières colonnes aux nombres contenus dans les trois premières, formées pour les deux périodes décennales de 1841-50 et 1851-60, et les nombres pour les six années de 1861 à 1866.

Les températures suivantes pour les deux mêmes années méritent également d'être prises en considération :

MOIS	TEMPÉRATURE MOYENNE DE 1867 ET DE 1868.				Température moyenne à Bruxelles, de 1833 à 1862.
	Bruxelles. — Alt. : 56m,6.	Gand. — Alt.: 12m,0?	Liége. — Alt.: 60m,7?	Ostende. — Alt. : 12m,0.	
			1867.		
Janvier	1°,17	1°,0	0°,99	1°,79	1°,93
Février	7,32	7,7	7,40	7,43	3,08
Mars	3,49	4,3	4,03	3,88	5,14
Avril	10,12	11,2	10,65	9,69	8,62
Mai	13,99	14,6	14,09	13,09	13,07
Juin	16,48	17,5	16,92	15,37	16,80
Juillet	16,98	17,7	17,48	16,41	17,89
Août	18,56	18,8	18,61	17,93	17,51
Septembre	15,65	17,5	16,15	15,59	14,48
Octobre	9,72	10,3	10,15	10,93	10,53
Novembre	5,77	5,7	6,23	7,25	5,60
Décembre	0,87	1,4	0,00	2,75	3,15
L'année	10,01	10,6	10,22	10,18	9,82
			1868.		
Janvier	0°,82	0°,8	0°,33	2°,00	1°,93
Février	5,74	5,4	5,63	5,86	3,08
Mars	6,82	7,1	7,22	6,81	5,14
Avril	9,50	9,4	10,17	8,91	8,62
Mai	17,17	17,0	18,30	15,11	13,07
Juin	18,46	18,6	19,01	16,77	16,80
Juillet	20,73	21,3	20,82	19,26	17,89
Août	18,82	19,8	19,85	18,53	17,51
Septembre	16,36	16,7	16,84	16,80	14,48
Octobre	9,83	10,1	10,20	11,03	10,53
Novembre	4,33	5,6	5,18	6,00	5,60
Décembre	7,92	7,5	7,99	8,01	3,15
L'année	11,42	11,6	11,79	11,26	9,82

Ad. QUETELET.

RÉSUMÉ

DES

OBSERVATIONS SUR LA MÉTÉOROLOGIE ET SUR LE MAGNÉTISME TERRESTRE,

Faites à l'Observatoire royal de Bruxelles, en 1867, et communiquées par le Directeur, Ad. QUETELET.

Pression atmosphérique. — Le baromètre n° 120 d'Ernst, qui a servi aux observations, est à niveau constant; il a été placé, en 1842, dans une salle spacieuse dont les fenêtres sont dirigées vers le nord et dont la température est fort égale.

D'après la comparaison faite par MM. Delcros et Mauvais, de novembre 1841 à janvier 1842 :

Barom. 120 Ernst = hauteur absolue — $0^{mm},46$.

Différentes comparaisons faites depuis (voyez les résumés précédents) permettent de supposer qu'on peut s'en tenir à cette correction; elle comprend la dépression due à la capillarité, l'erreur du thermomètre et celles qui pourraient provenir d'autres imperfections de l'instrument.

Les hauteurs barométriques sont inscrites dans les tableaux, telles qu'elles ont été obtenues par l'observation, mais après avoir été réduites à la température de 0° centigrade.

D'après un nivellement exécuté en 1833, on avait admis que la cuvette du baromètre se trouvait à 59 mètres au-dessus du niveau moyen de la mer. Il a été reconnu depuis que cette altitude n'est que de $56^{m},66$ [1].

Température de l'air. — La température a été déterminée par un thermomètre Fahrenheit (de Newman), dont les indications sont réduites à l'échelle centigrade. Des comparaisons récentes ont montré que les nombres doivent subir une correction progressive qui peut être prise avec assez d'exactitude dans le tableau suivant :

+ 0°,4 C.	au-dessous de	— 6° C.		— 0°,1 C.	de + 8°	à + 11° C.
+ 0,3	de — 6°	à — 2		— 0,2	+ 11	+ 14
+ 0,2	— 2	+ 2		— 0,3	+ 14	+ 18
+ 0,1	+ 2	+ 5		— 0,4	+ 18 et au-dessus.	
0,0	+ 5	+ 8				

(1) Voy. la note sur l'altitude de l'Observatoire royal de Bruxelles, dans l'*Annuaire* de 1856, pp. 246-250.

Cet instrument indique, en même temps que les températures des différentes époques du jour, les deux températures extrêmes, au moyen d'index que l'on descend chaque jour à midi. Le thermomètre est suspendu librement au nord et à l'ombre, sans avoir de communication ni avec les murs, ni avec les fenêtres, à la hauteur de 3 mètres environ au-dessus du sol.

Humidité de l'air. — L'état hygrométrique de l'air a été observé au moyen du psychromètre d'August; l'on n'a pas fait entrer dans le calcul des moyennes les jours où une des quatre observations manquait, ni ceux où, par suite de la gelée, le linge qui recouvre la boule du thermomètre humide était sec. Les observations ont été calculées d'après les tables de Stierlin; on en déduit la *tension de la vapeur contenue dans l'air* et l'*humidité relative,* ou le rapport de la quantité de vapeur contenue dans l'air à la quantité *maximum* qu'il pourrait contenir à la même température.

Pluie, neige, etc. — Deux udomètres sont placés sur la terrasse, au sud des bâtiments de l'Observatoire. Les récipients présentent une surface rectangulaire de 1 décimètre sur 2 : le premier, destiné à recueillir la pluie, a la forme d'une pyramide quadrangulaire renversée, ouverte par la base, mais dont les parois se prolongent ensuite verticalement pour former un rebord de 2 centimètres de hauteur; le second récipient, plus spécialement destiné à recueillir la neige, ne diffère du premier que par la partie supérieure : au lieu de descendre verticalement d'abord et de se resserrer ensuite pour former entonnoir, les parois vont en s'évasant et forment une pyramide tronquée, dont la grande base inférieure s'appuie sur un parallélipipède de 8 centimètres de hauteur, de manière à empêcher la neige d'être emportée par le vent immédiatement après sa chute. L'écoulement de l'eau dans les réservoirs inférieurs se fait par des tubes de 1 centimètre de diamètre.

La quantité d'eau recueillie a été mesurée d'un midi à l'autre; on a distingué celle provenant de la fusion de la neige, et lorsqu'il était tombé à la fois de la pluie et de la neige, l'eau a été attribuée par moitié à l'une et à l'autre.

On comprend parmi les jours de *pluie* ceux même où la quantité d'eau tombée a été trop faible pour pouvoir être mesurée; les jours où il est tombé de la pluie et de la *neige* ou de la pluie et de la *grêle,* sont comptés à la fois parmi les jours de pluie et de neige ou de pluie et de grêle; enfin, on n'admet comme *jours de ciel entièrement couvert* que ceux où, pendant 24 heures, on n'a pas aperçu une seule éclaircie; et comme *jours de ciel serein,* ceux seulement où l'on n'a pas vu le plus petit nuage.

État du ciel. — Outre la *forme des nuages,* d'après la nomenclature d'Howard, on a annoté encore, aux quatre heures d'observation, le *degré moyen de sérénité du ciel,* en représentant par 0 un ciel entièrement couvert, par 10 un ciel entièrement serein, et par

les nombres compris entre 0 et 10 les états intermédiaires. Par *ciel serein,* on désigne un ciel pur et l'absence complète du plus léger nuage à l'instant de l'observation; *ciel couvert* indique que l'on n'aperçoit pas la plus petite portion du ciel, et par *éclaircies,* on entend les ouvertures qui se font dans un ciel généralement couvert et qui permettent de voir l'azur du ciel.

Direction du vent. — Les courants supérieurs ont été observés quatre fois par jour (à 9 heures du matin, à midi, à 3 heures et à 9 heures du soir); toutefois, il arrive fréquemment que l'absence de nuages, un ciel uniformément couvert, ou bien un brouillard épais, empêchent de déterminer leur direction. — Les courants inférieurs sont donnés d'après l'anémomètre d'Osler, qui enregistre lui-même mécaniquement leur direction d'une manière continue. Les indications ont été relevées de 2 en 2 heures. La direction marquée est celle qu'avait le vent à l'heure même de l'annotation. L'intensité est exprimée en kilogrammes et représente l'action, sur une plaque carrée d'un pied anglais de côté, du plus fort coup de vent arrivé pendant l'heure qui précède et l'heure qui suit celle marquée dans le tableau en tête de chaque colonne.

Magnétisme terrestre. — Les déclinaisons données dans le tableau ne représentent que les valeurs relatives obtenues au moyen du magnétomètre placé à l'intérieur du bâtiment, dans le but de constater les variations diurnes. Les valeurs absolues pour la déclinaison et l'inclinaison de l'aiguille magnétique ont été observées dans le jardin de l'Observatoire, à l'aide de deux instruments de Troughton.

La déclinaison absolue, déterminée le 29 mars 1867, a été trouvée en moyenne de 18° 32′ 30″.

L'inclinaison absolue, observée à deux reprises le 12 avril 1867, a été trouvée en moyenne de 67° 5′,3.

La moyenne des déterminations, obtenue depuis plusieurs années, a donné la valeur de 18° 27′ 52″; à laquelle repond la division du barreau 80ᵈ00. Cette relation a servi a convertir les valeurs de l'échelle arbitraire en valeurs angulaires pour l'année 1867.

Électricité de l'air. — Ces observations ont été faites chaque jour, à midi, au moyen de l'électromètre de Peltier, placé toujours à la même hauteur, au sommet de la tourelle orientale de l'Observatoire. Les nombres négatifs n'ont pas été compris dans les moyennes de toute la période. En outre, depuis 1849, on n'a plus fait entrer dans le calcul des moyennes les observations faites pendant les temps d'anomalies, tels que les orages, les pluies, les grêles, les neiges et les brouillards. Dans tous les cas où l'électromètre dépassait 72 degrés, on n'a fait entrer dans le calcul des moyennes des nombres proportionnels que le nombre 2000, correspondant à 72°,5.

Pression atmosphérique à Bruxelles, en 1867.

MOIS.	HAUTEUR MOYENNE DU BAROMÈTRE PAR MOIS.															MOY. des heures paires.	MAX. moyen par mois.	MIN. moyen par mois.	MAX. absolu par mois.	MIN. absolu par mois.	DATE	
	MINUIT	MATIN.						MIDI.	SOIR.												du MAXIMUM absolu.	du MINIMUM absolu.
		2 H.	4 H.	6 H.	8 H.	9 H.	10 H.		2 H.	3 H.	4 H.	6 H.	8 H.	9 H.	10 H.							
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		
Janvier . .	748,50	748,46	748,44	748,39	748,76	749,03	749,18	748,99	748,81	749,02	749,10	749,31	749,51	749,48	749,45	748,91	751,78	745,08	761,50	732,10	le 5	le 10
Février . .	59,76	59,59	59,12	59,18	59,63	59,83	59,97	60,05	59,79	59,80	59,77	59,93	59,99	59,94	59,96	59,73	63,13	56,56	72,25	29,50	le 21	le 6
Mars . . .	51,65	51,54	51,35	51,47	51,81	51,92	51,95	51,85	51,55	51,43	51,29	51,42	51,64	51,64	51,64	51,60	54,41	48,97	75,00	38,10	le 2	le 11
Avril . . .	52,34	52,21	52,16	52,44	52,80	52,90	52,91	52,61	52,36	52,12	51,90	51,88	52,11	52,12	52,07	52,32	55,72	48,96	69,10	37,50	le 1	le 8
Mai. . . .	54,45	54,36	54,28	54,49	54,73	54,77	54,78	54,62	54,43	54,32	54,25	54,15	54,48	54,64	54,68	54,47	56,19	52,46	62,20	36,30	le 3	le 12
Juin . . .	58,73	58,50	58,39	58,88	58,83	58,83	58,80	58,64	58,43	58,30	58,18	58,17	58,43	58,63	58,66	58,53	60,43	56,79	68,70	49,60	le 27	le 3
Juillet. . .	54,78	54,53	54,44	54,58	54,91	54,99	55,00	55,02	54,85	54,79	54,68	54,68	54,87	54,99	55,02	54,78	56,55	53,21	64,30	45,80	le 9	le 19
Août . . .	57,52	57,32	57,15	57,29	57,51	57,57	57,56	57,28	57,06	57,01	56,89	56,83	57,24	57,41	57,46	57,26	58,71	55,85	63,90	49,90	le 29	le 16
Septembre .	59,14	59,08	58,83	58,94	59,16	59,31	59,35	59,13	58,88	58,86	58,82	58,91	59,27	59,29	59,32	59,07	60,79	57,17	68,70	51,60	le 26	le 10
Octobre . .	55,49	55,25	54,99	55,03	55,44	55,58	55,63	55,47	55,24	55,26	55,28	55,65	55,69	55,76	55,71	55,41	58,21	52,54	66,92	42,10	le 1	le 8
Novembre. .	63,21	63,09	62,91	62,96	63,29	63,34	63,42	63,06	62,68	62,65	62,65	62,86	62,78	63,03	63,05	63,00	65,17	60,66	73,20	45,5	le 24	le 16
Décembre. .	56,37	56,31	56,08	56,08	56,41	56,70	56,87	56,63	56,33	56,31	56,35	56,44	56,54	56,59	56,55	56,41	59,51	53,32	66,60	26,20	le 27	le 1
MOYENNE. .	755,99	755,85	755,68	755,79	756,11	756,23	756,28	756,11	755,87	755,82	755,76	755,85	756,05	756,13	756,13	755,96	758,38	753,46	767,44	740,35	2 mars.	1 déc.

Température centigrade de l'air à Bruxelles, en 1867.

MOIS.	TEMPÉRATURE MOYENNE PAR MOIS. MINUIT	MATIN. 2 H.	MATIN. 4 H.	MATIN. 6 H.	MATIN. 8 H.	MATIN. 9 H.	MATIN. 10 H.	MIDI.	SOIR. 2 H.	SOIR. 3 H.	SOIR. 4 H.	SOIR. 6 H.	SOIR. 8 H.	SOIR. 9 H.	SOIR. 10 H.	MOY. des heures paires.	MAX. moyen par mois.	MIN. moyen par mois.	MOY. par mois.	MAX. absolu par mois.	MIN. absolu par mois.	DATE du maximum absolu.	DATE du minimum absolu.
Janv.	0°,48	0°,48	0°,60	0°,36	0°,45	0°,85	1°,29	2°,34	2°,63	2°,51	2°,05	1°,35	1°,09	0°,90	0°,87	1°,17	3°,90	- 1°,25	1°,32	11°,1	-13°,0	8 et 30	le 21
Fév. .	6,79	6,55	6,40	6,33	6,35	6,84	7,43	8,70	9,20	9,09	8,47	7,58	7,17	7,01	6,92	7,32	10,27	5,22	7,74	16,0	- 0,7	le 17	le 28
Mars.	2,21	1,96	1,59	1,53	2,40	3,37	4,12	5,33	6,16	60,8	5,75	4,41	3,54	3,14	2,83	3,49	7,20	0,97	4,08	15,4	- 4,2	le 26	le 17
Avril.	8,51	8,08	7,91	8,10	9,77	10,60	11,22	12,26	12,84	12,70	12,32	11,23	9,95	9,62	9,27	10,12	14,15	7,21	10,68	22,1	1,1	le 21	le 1
Mai. .	11,38	10,59	9,82	10,94	13,93	14,88	15,42	17,09	17,78	17,00	17,57	16,74	13,95	13,16	12,73	13,99	18,62	9,48	14,05	27,3	2,6	le 31	le 23
Juin.	13,74	13,20	12,72	13,94	16,63	17,82	18,10	19,09	19,55	20,12	20,12	18,94	16,73	15,83	15,04	16,48	21,50	12,43	16,96	28,8	8,6	le 13	le 16
Juill.	14,72	14,16	13,68	14,59	16,94	17,68	18,35	19,20	20,36	20,06	20,23	19,18	16,82	15,96	15,49	16,98	21,45	13,25	17,35	25,9	8,8	le 2	le 10
Août.	16,09	15,42	14,76	15,23	17,91	18,99	19,97	21,24	22,03	22,35	22,27	21,35	18,94	18,10	17,48	18,56	23,15	14,35	18,75	30,2	10,9	le 15	le 5
Sept.	14,10	13,52	13,10	13,04	14,74	15,85	16,95	18,31	18,90	18,74	18,21	16,89	15,47	15,04	14,62	15,65	19,95	12,54	16,24	27,1	5,8	le 4	le 27
Oct. .	8,92	8,58	4,37	8,25	8,94	9,77	10,64	12,14	12,67	12,43	11,92	10,68	10,03	9,72	9,51	9,72	13,77	7,57	10,67	18,1	3,2	le 16	le 11
Nov. .	5,31	5,08	4,73	4,51	4,64	5,25	5,89	7,26	7,69	7,39	6,92	6,07	5,73	5,58	5,37	5,77	8,69	3,85	6,27	15,5	- 1,5	le 16	le 18
Déc. .	0,67	0,32	0,14	0,00	-0,08	0,25	0,76	1,72	2,05	1,91	1,11	1,21	1,11	0,91	0,90	0,87	3,77	- 1,35	1,21	11,8	-11,1	le 2	le 9
Moy.	8,58	8,16	7,48	8,07	9,38	10,15	10,84	12,06	12,65	12,61	12,29	11,30	10,04	9,58	9,25	10,01	13,87	7,01	10,44	20,08	0,87	15 août.	21 janv.

TEMPÉRATURE MOYENNE DE L'ANNÉE.

D'après la moyenne des heures paires . . . . 10°,01
» les *maxima* et *minima* moyens 10,44
» les *maxima* et *minima* absolus mensuels. 10,47
» les observations de 9 heures du matin 10,15
» la température moyenne du mois d'octobre 10,67

EXTRÊMES DE L'ANNÉE.

Maximum . . . . 30°,2
Minimum . . . . -13,0

Intervalle de l'échelle parcouru. 43,2

Psychromètre d'August à Bruxelles, en 1867.

MOIS.	9 H. DU MATIN.		MIDI.		3 H. DU SOIR.		9 H. DU SOIR.	
	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.
Janvier	1°,54	1°,11	2°,84	2°,14	2°,92	2°,03	1°,35	0°,81
Février	7,19	6,20	8,85	7,09	9,30	7,17	7,30	6,24
Mars	3,49	2,60	5,33	3,58	6,10	4,13	3,44	2,53
Avril	10,67	8,74	12,51	9,82	12,88	10,20	9,88	8,57
Mai	14,45	11,33	16,44	12,13	17,07	12,46	12,62	10,62
Juin	17,34	14,28	19,20	15,08	20,22	15,38	15,75	13,48
Juillet	17,64	14,80	19,13	15,35	20,14	15,60	16,02	14,05
Août	19,01	16,18	21,27	16,86	22,48	17,37	18,21	15,98
Septembre	15,80	13,95	18,46	14,96	18,85	15,17	15,03	13,62
Octobre	10,11	9,05	12,52	10,48	12,80	10,62	10,15	9,20
Novembre	5,60	4,85	7,61	6,23	7,77	6,32	5,81	5,05
Décembre	0,78	0,46	2,11	1,51	2,27	1,67	1,31	0,94
Moyenne	10,30	8,63	12,19	9,60	12,73	9,84	9,74	8,42

État hygrométrique de l'air à Bruxelles, en 1867.

MOIS.	TENSION DE LA VAPEUR D'EAU contenue dans l'air.				HUMIDITÉ RELATIVE DE L'AIR.			
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.
	mm.	mm.	mm.	mm.				
Janvier	5,54	5,70	5,55	5,37	94,0	90,2	87,4	92,0
Février	7,00	6,97	6,82	7,02	86,5	77,7	73,8	85,7
Mars	5,65	5,52	5,61	5,58	86,8	76,5	74,9	86,8
Avril	7,76	7,93	8,12	7,96	77,1	70,4	71,6	84,0
Mai	8,89	8,66	8,70	9,00	68,7	60,2	58,9	78,5
Juin	10,59	10,60	10,43	10,47	70,9	63,7	59,0	77,6
Juillet	11,13	11,03	10,77	11,04	73,4	66,5	61,5	80,3
Août	12,20	11,87	11,91	12,42	74,6	63,6	59,6	79,1
Septembre	11,19	10,96	11,04	11,18	81,4	68,1	67,0	85,4
Octobre	8,42	8,66	8,68	8,56	87,1	77,7	76,3	88,5
Novembre	6,51	6,76	6,77	6,61	89,3	82,0	81,2	89,2
Décembre	5,23	5,33	5,45	5,36	95,0	90,6	90,6	94,1
Moyenne	8,34	8,33	8,32	8,38	28,1	73,9	71,8	85,1

État du ciel à Bruxelles, en 1867.

MOIS.	SÉRÉNITÉ DU CIEL.					INDICATIONS DE L'ÉTAT DES NUAGES ET DU CIEL, d'après les observations faites à 9 h. du matin, midi, 3 h. et 9 h. du soir.									
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	Moyenne	Ciel serein.	Cirrhus.	Cirrho-cumul.	Cu-mulus.	Cirrho-stratus.	Cumulo-stratus.	Stratus.	Nimbus.	Éclair-cies.	Ciel couvert.
Janvier	1,73	1,96	1,81	2,15	1,91	6	6	5	12	2	14	24	3	15	70
Février	2,50	2,62	2,21	2,92	2,56	9	6	6	23	4	16	29	3	11	49
Mars.	1,92	1,73	2,35	3,15	2,29	7	9	5	31	1	18	31	3	23	53
Avril.	1,56	1,32	1,60	2,24	1,68	1	8	4	24	3	25	40	7	26	52
Mai	3,81	3,65	3,50	4,31	3,82	10	17	6	41	11	21	25	11	31	27
Juin	2,60	2,72	3,08	3,72	3,03	3	14	4	27	4	33	40	6	22	32
Juillet	1,81	2,00	1,96	3,42	2,30	1	10	7	44	2	30	41	8	40	30
Août	4,54	4,42	3,88	6,15	4,75	20	9	7	39	5	14	25	4	33	14
Septembre	4,36	2,64	2,44	5,12	3,64	10	11	13	39	4	24	23	3	33	22
Octobre.	3,30	3,74	3,67	3,74	3,61	11	9	18	40	6	15	27	7	21	36
Novembre	2,48	1,84	2,68	3,16	2,54	7	4	5	17	1	23	44	4	26	46
Décembre	3,16	2,32	2,04	2,44	2,49	6	10	6	13	1	13	25	0	10	65
L'année. . .	2,81	2,58	2,60	3,54	2,88	91	113	86	350	44	246	374	59	291	496

Quantité de pluie et de neige; nombre de jours de pluie, de grêle, de neige, etc., à Bruxelles, en 1867.

MOIS.	QUANTITÉ D'EAU RECUEILLIE par mois				Nombre de jours où l'on a recueilli de l'eau.	NOMBRE DE JOURS DE							
	SUR LA TERRASSE.			sur la tourelle.		Pluie.	Grêle.	Neige.	Gelée.	Tonnerre.	Brouillard.	Ciel entièrem^t couvert.	Ciel serein.
	Pluie.	Neige.	TOTAL.										
	mm.	mm.	mm.	mm.									
Janvier . . .	52,54	30,02	82,56	49,65	24	15	0	11	18	0	9	8	0
Février . . .	60,02	0,12	60,14	41,10	18	19	1	3	1	1	7	5	0
Mars	46,85	9,58	56,43	44,85	23	14	2	8	15	1	4	5	0
Avril	87,75	0,00	87,75	64,35	27	24	2	0	0	3	2	3	0
Mai	78,27	1,12	79,39	72,10	14	16	0	1	0	6	2	2	0
Juin	43,67	0,00	43,67	35,50	14	16	1	0	0	3	3	0	0
Juillet. . . .	107,08	0,00	107,08	94,60	23	23	1	0	0	4	0	1	0
Août	24,50	0,00	24,50	20,60	8	11	0	0	0	0	8	0	2
Septembre . .	55,22	0,00	55,22	46,55	15	19	1	0	0	5	6	0	0
Octobre . . .	94,33	0,00	94,33	77,30	23	23	4	0	0	0	7	4	0
Novembre . .	35,50	1,44	36,94	28,00	20	16	1	2	2	0	15	5	0
Décembre . .	63,97	24,71	88,68	51,35	20	15	0	11	20	0	16	10	0
L'année. .	749,70	66,99	816,69	625,95	229	211	13	36	56	23	79	43	2

Nombre d'indications de chaque vent à Bruxelles, en 1867.

(D'après la direction des nuages, observée 4 fois par jour : à 9 heures du matin, midi, 3 heures et 9 heures du soir.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.	NOMBRE de Jours.
Janvier	2	0	0	2	3	1	0	1	0	3	14	18	7	2	8	4	31
Février	0	0	1	1	0	2	0	2	5	5	16	9	10	9	13	2	28
Mars	2	3	6	15	7	1	0	1	2	2	11	11	13	2	3	3	31
Avril	1	1	0	1	3	0	3	3	1	6	13	18	19	17	10	4	30
Mai	5	3	6	6	2	0	3	7	4	7	22	7	13	3	5	7	31
Juin	17	5	5	4	5	1	1	0	6	1	16	10	22	6	17	6	30
Juillet.	5	2	3	1	1	1	1	0	10	6	29	20	21	8	10	4	31
Août	1	1	5	1	1	0	0	5	3	5	21	20	13	4	8	1	31
Septembre	5	2	2	1	4	2	0	0	8	9	18	24	11	5	5	4	30
Octobre	9	4	3	0	1	0	0	1	5	6	29	11	6	9	13	7	31
Novembre	10	11	5	1	1	3	0	0	3	1	3	6	4	14	17	13	30
Décembre	4	5	8	3	0	1	0	0	0	0	7	5	6	12	4	11	31
TOTAL. . .	61	37	44	36	28	12	8	20	47	51	199	159	147	91	113	66	365

Nombre d'indications de chaque vent à Bruxelles, en 1867.

(D'après les résultats fournis, de 2 en 2 heures, par l'appareil d'Osler.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.	NOMBRE de Jours.
Janvier	16	3	3	5	16	13	3	8	15	81	100	42	31	17	4	3	30
Février	7	3	4	8	19	7	6	4	18	35	75	92	40	12	4	2	28
Mars	14	8	16	46	55	15	26	24	11	27	47	28	25	12	12	6	31
Avril	5	0	3	2	9	2	10	3	7	28	94	88	59	26	14	10	30
Mai	42	5	5	16	18	26	29	28	17	18	41	24	23	9	13	58	31
Juin	71	6	9	4	12	0	0	1	1	3	22	32	29	27	27	116	30
Juillet.	27	1	0	0	18	16	7	3	10	26	64	56	45	21	26	40	30
Août	30	19	4	3	0	17	8	17	3	2	36	56	51	34	24	48	31
Septembre	24	3	7	6	13	36	11	5	8	22	58	80	38	20	11	16	30
Octobre	3	0	0	0	0	0	1	17	50	37	112	66	37	21	11	17	31
Novembre	5	1	13	22	7	8	16	7	21	11	77	62	19	32	15	44	30
Décembre	13	14	24	30	45	1	0	0	33	21	69	54	44	16	4	4	31
TOTAL. . .	277	63	88	142	214	141	117	117	194	311	795	680	441	247	165	364	363

Intensité totale du vent à Bruxelles, en 1867.
(D'après l'appareil d'Osler.)

MOIS.	MINUIT.	MATIN.					MIDI.	SOIR.					INTENSITÉ totale.
		2 H.	4 H.	6 H.	8 H.	10 H.		2 H.	4 H.	6 H.	8 H.	10 H.	
	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.
Janvier . . .	26,4	25,2	23,7	26,5	31,7	30,5	28,5	29,3	22,6	17,5	20,5	26,8	309,0
Février . . .	24,8	23,4	25,3	23,6	26,5	25,3	31,3	32,5	30,1	24,4	26,7	26,7	320,6
Mars. . . .	9,3	9,7	10,5	11,0	12,2	16,3	16,8	19,9	18,3	13,2	16,9	11,5	165,6
Avril. . . .	23,9	23,7	25,2	24,0	29,8	33,7	43,3	45,9	43,2	39,4	27,9	27,2	387,2
Mai	7,1	6,7	4,9	5,4	7,4	6,8	8,5	11,0	7,3	7,3	4,6	6,3	83,3
Juin. . . .	2,8	2,9	2,0	1,4	3,5	6,5	10,3	12,3	10,6	9,9	3,6	2,0	67,8
Juillet . . .	8,6	12,1	9,4	12,8	16,7	22,6	26,5	23,9	18,0	11,9	10,5	7,8	180,8
Août. . . .	0,5	1,8	1,0	1,5	2,8	5,9	8,4	9,9	8,5	3,5	2,0	1,0	46,8
Septembre. .	4,4	4,0	4,7	6,0	10,8	19,4	21,8	21,2	15,3	8,6	5,4	6,0	127,6
Octobre. . .	7,2	6,6	7,7	7,3	10,4	15,3	17,9	19,0	18,6	9,7	9,3	6,9	135,9
Novembre . .	7,5	6,9	8,5	5,0	6,6	8,7	9,8	10,8	10,5	9,1	9,8	9,1	102,3
Décembre . .	16,0	17,1	13,2	12,7	14,0	12,1	15,9	14,0	13,7	11,4	14,0	19,7	173,8
L'année. .	138,5	140,1	136,1	137,2	172,4	203,1	239,0	249,7	216,7	165,7	151,2	151,0	2100,7

Intensité moyenne du vent à Bruxelles, en 1867.
(D'après l'appareil d'Osler.)

MOIS.	MINUIT.	MATIN.					MIDI.	SOIR.					INTENSITÉ moyenne.
		2 H.	4 H.	6 H.	8 H.	10 H.		2 H.	4 H.	6 H.	8 H.	10 H.	
	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.
Janvier . . .	0,85	0,81	0,76	0,85	1,02	0,98	0,92	0,95	0,73	0,56	0,66	0,86	0,83
Février . . .	0,89	0,84	0,90	0,84	0,95	0,90	1,12	1,16	1,07	0,87	0,95	0,95	0,95
Mars. . . .	0,30	0,31	0,34	0,35	0,39	0,53	0,54	0,64	0,59	0,43	0,55	0,37	0,44
Avril. . . .	0,80	0,79	0,84	0,80	0,99	1,12	1,44	1,53	1,44	1,31	0,93	0,91	1,07
Mai	0,23	0,22	0,16	0,17	0,24	0,22	0,27	0,35	0,24	0,24	0,15	0,20	0,22
Juin	0,09	0,10	0,07	0,05	0,12	0,22	0,34	0,41	0,35	0,33	0,12	0,07	0,19
Juillet . . .	0,28	0,39	0,30	0,41	0,54	0,73	0,85	0,77	0,58	0,38	0,34	0,25	0,48
Août. . . .	0,02	0,06	0,03	0,05	0,09	0,19	0,27	0,32	0,27	0,11	0,06	0,03	0,12
Septembre . .	0,15	0,13	0,16	0,20	0,36	0,65	0,73	0,71	0,51	0,29	0,18	0,20	0,36
Octobre. . .	0,23	0,21	0,25	0,24	0,34	0,49	0,58	0,61	0,60	0,31	0,30	0,22	0,36
Novembre . .	0,25	0,23	0,28	0,17	0,22	0,29	0,33	0,36	0,35	0,30	0,33	0,30	0,28
Décembre . .	0,52	0,55	0,43	0,41	0,45	0,39	0,51	0,45	0,44	0,37	0,45	0,64	0,47
Moyenne. .	0,38	0,39	0,38	0,38	0,48	0,56	0,66	0,69	0,60	0,46	0,42	0,42	0,48

Quantité d'eau recueillie par les différents vents à Bruxelles, en 1867.

MOIS.	Quantité d'eau recueillie par mois.							
	N.	NO.	O.	SO.	S.	SE.	E.	NE.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
Janvier	4,87	1,94	12,04	27,47	6,09	1,54	1,31	0,00
Février	0,14	5,93	20,68	20,21	1,37	0,07	0,02	0,00
Mars	0,93	3,04	4,16	12,58	1,68	20,96	4,72	0,92
Avril	10,66	12,60	22,12	23,30	0,32	0,00	1,55	1,86
Mai	15,48	7,17	10,87	21,10	5,11	7,35	2,95	1,13
Juin	10,53	9,20	10,04	7,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Juillet	3,82	5,49	29,14	50,14	5,51	0,20	0,01	0,00
Août	0,00	0,38	4,85	15,31	0,20	0,00	0,47	0,16
Septembre	2,28	8,96	16,41	14,67	1,88	1,13	1,32	0,00
Octobre	0,33	8,22	34,11	35,63	0,97	0,02	0,00	0,07
Novembre	2,10	5,08	2,09	2,49	7,86	0,26	0,59	9,70
Décembre	0,45	5,57	18,23	31,58	4,52	0,04	0,05	0,55
Année	51,59	73,58	184,71	261,62	35,51	31,55	12,99	14,39

Déclinaison magnétique à Bruxelles, en 1867.

MOIS.	Échelle arbitraire.					Valeur angulaire.				
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	Moyenne du mois.	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	Moyenne du mois.
Janvier	30,63	29,73	30,19	31,27	30,45	18°28′23″	18°30′28″	18°29′23″	18°26′54″	18°28′47″
Février	30,93	29,50	29,83	31,44	30,43	27 40	31 0	30 14	26 29	28 51
Mars	31,48	29,80	29,84	32,01	30,78	26 24	30 17	30 12	25 11	28 1
Avril	32,59	30,47	30,66	32,56	31,57	23 49	28 45	28 18	23 54	26 11
Mai	33,03	31,11	31,51	32,99	32,16	22 48	27 15	26 20	22 55	24 49
Juin	33,96	31,96	32,02	33,62	32,89	20 39	25 18	25 9	21 28	23 8
Juillet	34,31	32,41	32,35	34,00	33,27	19 52	24 15	24 23	20 34	22 15
Août	34,53	32,60	33,15	34,74	33,75	19 20	23 48	22 32	18 52	21 10
Septembre	34,91	33,08	33,63	35,66	34,32	18 28	22 42	21 25	16 43	19 50
Octobre	35,26	33,82	34,47	36,14	34,92	17 39	20 59	19 29	15 37	18 26
Novembre	35,79	34,77	35,37	36,78	35,67	16 25	18 48	17 24	14 9	16 41
Décembre	36,34	35,59	35,97	36,97	36,22	15 11	16 53	16 0	13 41	15 26
Moyenne	33,65	32,07	32,42	34,01	33,04	18°21′23″	18°25′ 2″	18°24′14″	18°20′32″	18°22′48″

Électricité de l'air à Bruxelles, de 1858 à 1867.

MOIS.	MOYENNE des degrés observés à l'électromètre.											MOYENNE des nombres proportionnels.											Degrés correspondants.
	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1863.	1864.	1865.	1866.	1867.	MOY.	1858.	1859.	1860.	1861.	1862.	1863.	1864.	1865.	1866.	1867.	MOY.	
Janv. .	50	50	49	63	58	49	56	44	45	48	51	415	453	573	720	470	449	677	261	258	437	471	58
Févr. .	44	44	46	39	48	52	49	42	36	38	44	312	275	339	160	250	416	412	263	157	195	278	50
Mars .	38	30	43	39	40	36	39	32	35	35	37	170	112	250	160	168	228	193	137	146	144	171	41
Avril .	25	30	30	27	32	29	30	26	22	26	28	74	117	105	76	107	106	113	74	55	78	90	29
Mai. .	22	22	21	20	28	19	20	20	17	26	22	65	67	162	88	82	70	49	51	39	75	71	26
Juin. .	19	26	16	27	22	22	18	18	14	23	20	47	81	37	76	50	55	38	40	27	60	51	22
Juill. .	21	26	22	30	27	16	16	19	26	28	23	53	82	57	94	76	34	30	48	77	70	62	24
Août .	22	27	22	27	24	28	21	24	27	22	24	61	149	62	76	60	92	122	73	86	54	83	28
Sept. .	25	30	27	28	29	29	24	25	29	26	27	70	179	82	82	88	112	66	75	97	80	93	30
Oct. .	34	39	49	42	37	38	28	27	34	36	36	134	218	305	185	144	170	93	89	131	154	162	39
Nov. .	47	46	43	56	44	52	43	39	39	46	45	396	341	332	408	204	582	226	272	184	284	323	52
Déc. .	47	52	47	54	53	49	44	44	40	54	48	329	623	467	355	333	466	254	242	237	719	402	56
Moy.	33	35	35	38	37	35	32	30	30	34	34	177	225	231	207	169	231	189	135	124	196	188	
											Degr. corresp.	41°	46°	47°	44°	40°	47°	42°	36°	34°	43°	43°	38°

RÉSUMÉ

Des observations météorologiques faites à Gand, en 1867,

PAR M. F. DUPREZ,

Membre de l'Académie royale de Belgique.

Les observations ont été faites dans l'endroit de la ville nommé la *Cour du Prince.*

Pression atmosphérique. — Le baromètre employé pour déterminer la pression atmosphérique est le même que celui qui a servi pendant les années antérieures : c'est un baromètre de *Lion,* pourvu des moyens nécessaires pour assurer sa verticalité. Cet instrument a une monture de bois, et son échelle, de laiton, s'étend jusqu'à la cuvette; il est placé dans une chambre dont la température varie très-peu en vingt-quatre heures, et sa cuvette est élevée de 8 mètres au-dessus du sol. Les nombres relatifs aux observations sont corrigés des effets de la capillarité; ils ont été ramenés à zéro degré de température à l'aide des tables de réduction insérées dans l'*Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles.* Une table calculée d'après le rapport connu entre le diamètre intérieur du tube et le diamètre intérieur de la cuvette, a donné la correction nécessitée par le changement du niveau du mercure dans la cuvette; les nombres ont également subi cette correction.

Température. — Les observations qui se rapportent à la température sont exprimées en degrés centigrades. Les températures *maxima* et *minima* sont comptées d'un midi à l'autre et ont été données par deux thermomètres, l'un à mercure et l'autre à esprit-de-vin, munis chacun d'un indicateur. Ces instruments sont placés au nord et à l'ombre, à $4^{m},80$

au-dessus du sol; leur vérification a fait connaître que le zéro de l'échelle du premier était trop bas de sept dixièmes de degré, et celui du second trop haut de six dixièmes; les nombres ont été corrigés de ces erreurs.

Humidité. — L'état hygrométrique de l'air a été observé au moyen du psychromètre d'August; la tension de la vapeur d'eau contenue dans l'air et l'humidité relative ont été calculées d'après les tables de Stierlin.

Pluie, neige, grêle, etc. — La quantité d'eau recueillie a été mesurée d'un midi à l'autre, et comprend aussi celle qui est provenue de la fusion de la neige et de la grêle. Le nombre de jours où l'on a recueilli de l'eau a été distingué du nombre de jours de pluie; parmi ces derniers sont compris tous les jours où il est tombé de la pluie, même quand celle-ci était trop faible pour pouvoir être mesurée; les jours où il est tombé de la pluie et de la neige, ou de la pluie et de la grêle, sont comptés à la fois parmi les jours de pluie et de neige, ou de pluie et de grêle.

Sérénité. — Pour obtenir les nombres rapportés dans le tableau relatif à la sérénité du ciel, on a représenté par 0 un ciel entièrement couvert, par 10 un ciel entièrement serein, et par les nombres compris entre 0 et 10, les états intermédiaires.

Vents. — La direction des vents a été déterminée d'après la girouette fixée au sommet de la tour de l'église Saint-Jacques.

Pression atmosphérique à Gand, en 1867.

MOIS.	HAUTEURS MOYENNES DU BAROMÈTRE par mois. 9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	*Maximum* absolu par mois.	*Minimum* absolu par mois.	DIFFÉRENCE ou VARIATION mensuelle.	DATE du *maximum*.	DATE du *minimum*.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		
Janvier	751,90	752,01	752,57	753,19	766,85	734,65	32,20	le 31	le 10
Février.	62,70	63,08	62,63	62,76	75,46	32,53	42,93	le 21	le 6
Mars	55,07	55,10	54,64	54,80	78,40	41,01	37,39	le 2	le 10
Avril	55,81	55,76	54,96	55,05	72,46	40,77	31,69	le 1	le 8
Mai.	57,60	57,85	57,28	58,07	65,28	40,00	25,28	le 3	le 12
Juin	62,53	62,27	62,65	62,04	72,42	52,98	19,44	le 27	le 3
Juillet	57,89	58,23	57,91	58,40	67,74	49,83	17,91	le 9	le 19
Août	60,79	60,59	60,31	60,62	66,74	53,34	13,40	le 29	le 16
Septembre . . .	62,36	62,40	62,23	62,66	72,11	55,96	16,15	le 26	le 4
Octobre	58,65	58,62	58,27	58,72	70,23	45,84	24,39	le 1	le 18
Novembre. . . .	66,14	66,36	65,06	65,85	76,29	49,40	26,89	le 24	le 16
Décembre. . . .	59,64	59,72	59,50	59,55	69,82	28,20	41,62	le 27	le 1
MOYENNE. . .	759,25	759,33	759,00	759,31	771,15	743,71	27,41		

	mm.
Hauteur moyenne de l'année	759,22
Différence à 9 heures du matin	+0,03
— à midi	+0,11
— à 3 heures du soir	—0,22
— à 9 heures du soir	+0,09

		mm.
Extrêmes de l'année.	*Maximum*, le 2 mars.	778,40
	Minimum, le 1er décembre.	728,20
Intervalle de l'échelle parcouru. . .		50,20

Température centigrade de l'air à Gand, en 1867.

MOIS.	TEMPÉRATURE MOYENNE PAR MOIS. 9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	*Maximum* moyen par mois.	*Minimum* moyen par mois.	MOYENNE par mois.	*Maximum* absolu par mois.	*Minimum* absolu par mois.	DATE du *maximum* absolu.	DATE du *minimum* absolu.
Janvier	0°,8	2°,6	2°,3	0°,5	4°,0	−1°,9	1°,0	11°,2	−10°,6	le 8, 27 et 30	le 5
Février	6,8	9,1	9,3	6,2	10,8	4,6	7,7	16,0	− 1,9	le 17	le 28
Mars	3,8	6,1	6,4	2,9	8,2	0,4	4,3	16,6	− 4,4	le 26 et le 27	le 2
Avril	11,4	12,9	13,9	9,0	15,8	6,7	11,2	21,0	− 1,2	le 21	le 1
Mai	17,5	18,2	19,3	12,8	20,4	8,8	14,6	29,2	1,2	le 31	le 23
Juin	18,6	20,6	20,6	12,9	23,3	11,7	17,5	29,1	7,5	le 13	le 29
Juillet	18,9	20,6	20,5	15,4	23,0	12,4	17,7	26,6	6,5	le 2	le 10
Août	19,7	23,3	22,8	16,5	24,8	12,9	18,8	31,6	9,2	le 15	le 4
Septembre . . .	16,5	19,0	18,9	14,2	20,6	14,4	17,5	26,2	4,9	le 3	le 27
Octobre	9,6	12,3	12,1	9,0	14,4	6,2	10,3	18,5	1,2	le 16	le 11 et le 29
Novembre . . .	5.0	7,4	7,4	5,1	9,0	2,5	5,7	15,4	− 3,1	le 16	le 24
Décembre . . .	0,5	2,2	2,5	0,8	4,2	−1,3	1,4	10,4	− 9,1	le 17	le 5 et le 10
MOYENNE. . .	10,7	12,8	13,0	8,8	14,9	6,4	10,6	21,0	0,0		

TEMPÉRATURE MOYENNE DE L'ANNÉE.

D'après les *maxima* et les *minima* moyens	10°,6
— — — absolus mensuels.	10,5
— les observations de 9 heures du matin . .	10,7
— la température moyenne du mois d'octobre.	10,3

EXTRÊMES DE L'ANNÉE.

Maximum, le 15 août	31°,6
Minimum, le 5 janvier.	−10,6
Intervalle de l'échelle parcouru. . .	42,2

Psychromètre d'August à Gand, en 1867.

MOIS.	9 H. DU MATIN.		MIDI.		3 H. DU SOIR.		9 H. DU SOIR.	
	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.
Janvier	0°,90	0°,33	2°,14	1°,53	2°,68	1°,85	1°,70	0°,90
Février	6,88	5,90	8,63	7,04	8,85	7,10	7,04	5,94
Mars	3,63	2,43	5,78	4,30	5,84	3,90	3,45	2,80
Avril	10,80	8,87	12,55	9,93	12,80	10,10	9,55	8,13
Mai	16,80	13,12	17,44	12,65	18,48	13,00	10,40	9,48
Juin	17,60	14,58	19,43	15,23	19,50	15,05	14,86	12,75
Juillet	17,93	14,73	19,75	15,62	19,54	15,60	15,56	13,40
Août	19,74	16,48	22,30	17,24	22,00	17,04	16,58	14,50
Septembre	16,54	14,14	18,26	15,00	18,20	14,80	14,45	12,97
Octobre	9,50	8,54	12,30	10,57	12,20	10,05	9,50	8,70
Novembre	5,20	3,88	7,30	5,98	7,40	5,94	5,40	4,59
Décembre	0,50	0,05	2,24	1,48	2,38	1,70	1,60	1,10
MOYENNE	10,50	8,58	12,34	9,71	12,49	9,68	9,17	7,94

État hygrométrique de l'air à Gand, déduit de l'observation du psychromètre d'August, en 1867.

MOIS.	TENSION DE LA VAPEUR D'EAU contenue dans l'air.				HUMIDITÉ RELATIVE DE L'AIR.			
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.
	mm.	mm.	mm.	mm.				
Janvier	4,78	5,23	5,21	4,89	89,1	90,1	86,7	86,6
Février	6,76	6,88	6,86	6,72	86,5	79,0	77,7	85,1
Mars	5,20	5,77	5,32	5,66	81,5	79,1	72,7	89,9
Avril	7,69	7,88	7,93	7,60	77,2	71,2	70,5	82,5
Mai	9,27	8,29	8,13	8,64	64,8	55,8	51,5	89,0
Juin	11,71	10,51	10,18	9,95	71,0	62,9	60,6	78,2
Juillet	10,73	10,87	10,98	10,39	70,1	63,8	65,3	78,2
Août	12,08	11,66	11,54	11,22	70,9	59,0	59,4	79,5
Septembre	10,74	10,87	10,64	10,47	76,3	69,7	68,5	84,3
Octobre	8,09	8,80	8,52	8,27	88,0	80,6	78,6	90,0
Novembre	5,60	6,59	6,49	6,29	80,7	82,2	80,4	88,2
Décembre	4,81	5,11	5,23	5,13	92,0	87,5	88,0	91,5
MOYENNE	8,04	8,20	8,08	7,93	79,0	73,4	71,6	85,2

Quantité d'eau recueillie; nombre de jours de pluie, de grêle, de neige, etc., à Gand, en 1867.

MOIS.	Quantité d'eau recueillie par mois, en millimètres.	Nombre de jours où l'on a recueilli de l'eau.	NOMBRE DE JOURS DE							
			Pluie.	Grêle.	Neige.	Gelée.	Tonnerre.	Brouillard.	Ciel entièrement couvert.	Ciel sans nuages
	mm.									
Janvier	112,09	21	12	1	12	18	»	5	8	»
Février	61,21	13	16	1	»	2	»	5	8	1
Mars	52,47	12	12	2	10	16	1	4	8	»
Avril	95,40	23	23	1	»	1	2	2	6	»
Mai	85,06	10	13	2	1	»	3	»	2	»
Juin	82,15	10	14	»	»	»	2	3	2	»
Juillet	143,89	17	17	»	»	»	3	»	»	»
Août	51,67	6	11	»	»	»	5	3	»	2
Septembre	92,75	12	16	»	»	»	3	3	3	»
Octobre	171,19	18	19	5	»	»	1	5	4	»
Novembre	53,53	12	14	1	»	6	»	6	7	1
Décembre	99,37	12	14	1	5	22	»	11	12	»
TOTAL.	1100,78	166	181	14	28	65	24	17	60	4

État du ciel à Gand, en 1867.

MOIS.	SÉRÉNITÉ DU CIEL.					INDICATIONS DE L'ÉTAT DES NUAGES ET DU CIEL, d'après les observations faites à 9 h. du matin, à midi, à 3 et à 9 h. du soir.									
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	Moyenne.	Ciel serein.	Cirrhus	Cirrho-cumul.	Cumulus.	Cirrho-stratus.	Cumulo stratus.	Stratus.	Nimbus.	Éclaircies.	Ciel couvert
Janvier	1,7	2,7	1,4	3,4	2,3	11	6	1	9	2	9	26	»	20	57
Février	2,8	2,0	1,4	2,6	2,2	9	6	2	14	3	5	33	»	19	51
Mars	1,8	1,8	1,5	3,2	2,1	7	4	2	24	4	8	37	»	31	51
Avril	1,2	0,2	0,3	1,9	0,9	1	1	5	22	»	20	29	2	36	58
Mai	3,3	3,3	3,8	4,3	3,7	10	13	2	24	8	15	18	4	27	27
Juin	2,5	2,5	4,2	3,8	3,2	6	2	»	34	1	11	22	6	34	27
Juillet	1,4	1,7	1,1	3,1	1,8	3	9	1	37	»	12	20	16	38	21
Août	4,3	3,5	4,4	6,7	4,7	25	12	1	26	7	5	32	6	25	22
Septembre	4,1	2,0	2,1	5,2	3,3	11	7	4	23	4	4	35	4	34	25
Octobre	2,6	2,8	2,3	3,3	2,7	8	8	10	15	1	6	27	8	33	37
Novembre	2,4	1,5	0,9	2,3	1,8	6	3	7	6	3	2	41	2	32	47
Décembre	1,6	2,1	2,5	3,9	2,5	9	11	2	4	8	3	37	»	13	64
ANNÉE	2,5	2,2	2,1	3,6	2,6	106	72	37	238	41	100	357	48	362	487

Nombre d'indications de chaque vent à Gand, en 1867.

(D'après les observations faites trois fois par jour, à 9 h. du matin, à midi et à 3 h. du soir.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	»	»	1	2	6	1	6	1	8	2	19	6	16	7	7	1
Février	3	»	2	»	1	1	4	2	9	4	14	5	18	10	6	»
Mars	3	3	18	1	20	2	2	2	10	4	2	3	7	3	8	3
Avril	2	»	»	»	3	»	2	2	11	1	9	9	30	12	4	1
Mai	3	9	7	7	2	3	5	4	9	3	8	2	10	2	6	1
Juin	10	1	3	»	1	»	»	1	2	1	8	2	8	13	20	2
Juillet	2	»	3	»	5	»	1	»	15	»	13	3	15	11	18	2
Août	4	»	1	»	5	»	1	6	9	3	14	6	20	11	8	3
Septembre	1	1	2	»	»	»	»	2	9	5	17	7	11	3	23	3
Octobre	1	»	1	»	»	»	5	4	12	8	21	6	7	11	10	3
Novembre	3	»	4	3	»	»	6	2	4	1	10	»	12	7	27	3
Décembre	2	»	10	»	»	»	2	1	13	2	9	2	18	4	18	4
L'année	34	14	52	13	43	7	34	27	111	34	144	51	172	94	155	26

RÉSUMÉ

Des observations météorologiques faites à Liége, en 1867,

PAR M. D. LECLERCQ,

Agrégé à l'Université, directeur honoraire de l'École industrielle.

Pression atmosphérique. — Le baromètre construit d'après le système Fortin, modifié par Delcros, porte le n° 243 d'Ernst. Le lieu de l'observation est situé dans l'intérieur de la ville.

Des comparaisons, faites à l'Observatoire royal de Bruxelles, ont montré que les indications barométriques exigent une correction additive de $0^{mm},45$, pour exprimer des hauteurs absolues. Les nombres obtenus par l'observation ont été ramenés à zéro degré de température centigrade et ont subi ensuite la correction totale qui renferme la dépression due à la capillarité, ainsi que l'erreur du zéro du thermomètre et celles qui pourraient provenir d'autres imperfections de l'instrument.

La cuvette du baromètre se trouve à six mètres au-dessus du zéro de l'échelle du pont des Arches. D'après les ingénieurs des ponts et chaussées, l'altitude de ce repère, par rapport au niveau moyen de la mer du Nord, est de $54^{m},71$ ce qui élève à $60^{m},71$ la hauteur de la cuvette.

Température. — Le thermométrographe de Six, perfectionné par Bellani, a continué d'indiquer les différentes températures du jour et les extrêmes; sa marche a été constam-

ment comparée avec celle d'autres thermomètres dont les zéros sont déterminés au commencement de chaque année; les nombres inscrits dans les tableaux ont subi les corrections qui les concernent.

Pluie et vents. — L'udomètre, pareil à celui de l'Observatoire royal de Bruxelles, est placé au milieu d'un vaste jardin; il se trouve éloigné des bâtiments et des arbres.

La direction des vents supérieurs est prise d'après le mouvement des nuages; celle des vents inférieurs est donnée d'après une girouette parfaitement mobile et d'après la direction de la fumée des plus hautes cheminées de machines à vapeur.

Tableaux.—Un changement a été apporté au tableau concernant la pression atmosphérique; au lieu de présenter seulement les *maxima* et *minima* absolus de chaque mois, il en rapporte les principaux, trois pour les *maxima,* et autant pour les *minima,* avec leur date respective. Entre deux de ces *maxima* consécutifs et les *minima* qui les alternent, il y en a d'autres de chaque sorte qui sont inférieurs aux premiers et supérieurs aux seconds, en ne considérant toutefois qu'un *maximum* principal et un de ses *minima* principaux qui l'alternent; il semblerait donc, d'après ce qui est transcrit, que l'atmosphère éprouve chaque mois trois oscillations principales, dont les intermédiaires ne seraient que les ondulations. Quoi qu'il en soit, la modification faite à ce tableau n'a eu pour objet que de mieux faire connaître le mouvement de l'atmosphère à la station de Liége.

Pression atmosphérique à Liége, en 1867.

MOIS.	HAUTEURS MOYENNES du Baromètre par mois. 9 heures du matin.	Midi.	MAXIMUM absolu.	MINIMUM absolu.	DIFFÉR ou variations mensuelles.	MAXIMA PRINCIPAUX du mois. 1ers.	2mes.	3mes.	MINIMA PRINCIPAUX du mois. 1ers.	2mes.	3mes.	DATES DES MAXIMA principaux.	DES MINIMA principaux.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		
Janvier	748,66	748,57	769,95	733,49	36,46	753,29	760,09	759,67	733,49	733,52	744,23	le 28 décembre 1866 ; les 5 et 17 janv. 1867.	les 2, 10, 25
Février	59,28	59,45	71,38	30,30	41,08	69,98	66,67	71,38	30,30	54,91	53,25	les 3, 14, 21	les 6, 16, 26
Mars	51,10	51,03	73,67	37,72	35,95	73,67	56,90	55,00	37,72	38,26	40,83	les 2, 17, 25	les 10, 19, 27
Avril	52,24	51,96	67,63	38,58	29,05	67,63	62,37	53,67	38,58	38,92	45,21	les 1, 12, 22	les 8, 20, 27
Mai	53,99	53,79	61,06	37,37	23,69	61,63	59,37	59,58	37,37	44,35	47,12	les 4, 18, 25	les 12, 21, 27
Juin	57,71	57,56	67,10	49,18	17,92	62,36	64,40	59,15	49,18	50,79	51,16	les 1, 11, 18	les 3, 14, 24
Juillet	54,47	54,29	63,03	45,91	17,12	67,10	63,03	59,12	51,31	45,91	52,16	le 27 juin, les 9 et 25 juillet.	les 2, 19 juill. et le 2 août.
Août	56,77	56,38	63,01	49,74	13,27	58,40	61,20	60,10	51,43	49,74	53,94	les 4, 11, 19	les 8, 16, 27
Septembre	58,50	58,27	67,50	50,94	16,56	63,01	60,00	61,86	51,04	51,53	52,01	le 29 août, les 6 et 15 septemb.	les 4, 10, 24
Octobre	54,99	54,87	65,45	41,40	24,05	67,50	60,77	65,45	41,40	46,90	45,05	le 26 septembre, les 11 et 22 octobre.	les 8, 13, 27
Novembre	62,30	62,11	71,96	45,59	26,37	70,06	70,15	71,16	60,40	45,59	57,56	les 3, 7, 24	les 4, 16, 27
Décembre	55,64	55,67	66,08	30,15	35,93	66,08	65,13	65,76	30,15	42,82	55,56	le 28 novembre, les 4 et 27 déc	les 1, 18, 29
MOYENNE	755,47	755,33	767,32	740,87	26,45	765,06	762,51	761,89	742,70	745,27	749,91		

Extrêmes de l'année . . . { *Maximum*, le 2 mars . . . . . 773,67 mm.
{ *Minimum*, le 1er décembre . . . 730,15

Intervalle de l'échelle parcouru 43,52

N. B. Corrections à faire au résumé des observations météorologiques de 1866 :
Le *maximum* de la pression atmosphérique du mois de janvier a eu lieu le 30 et non le 3 ; celui du mois de juin a eu lieu le 20 et non le 2.

Température centigrade de l'air à Liége, en 1867.

MOIS.	MOYENNE PAR MOIS. 9 heures du matin.	MOYENNE PAR MOIS. Midi.	MOYENNE PAR MOIS des *maxima* diurnes.	MOYENNE PAR MOIS des *minima* diurnes.	TEMP. moyenne par mois.	DIFFÉR^s ou variations diurnes.	MAX. absolu par mois.	MIN. absolu par mois.	DIFFÉR^s ou variations men-suelles.	MAXIMA PRINCIPAUX du mois. 1ers.	MAXIMA PRINCIPAUX du mois. 2mes.	MAXIMA PRINCIPAUX du mois. 3mes.	MINIMA PRINCIPAUX du mois. 1ers.	MINIMA PRINCIPAUX du mois. 2mes.	MINIMA PRINCIPAUX du mois. 3mes.	DATES. DES MAXIMA principaux.	DATES. DES MINIMA principaux.
Janvier . .	1°,41	2°,40	3°,26	-1°,28	0°,99	4°,54	11°,70	-17°,40	29°,10	11°,70	0°,70	10°,90	- 6°,20	- 5°,90	-17°,40	les 8, 18, 28	les 6, 14, 22
Février . .	6,98	9,01	10,17	4,64	7,40	5,53	16,30	- 4,60	20,90	11,80	16,30	9,50	0,60	1,90	3,00	les 10, 16, 25	les 3, 15, 24
Mars . . .	3,73	5,97	7,04	1,02	4,03	6,02	15,70	- 3,80	19,50	11,40	10,00	15,70	- 4,60	- 3,80	- 0,80	les 10, 20, 26	les 3, 17, 22
Avril . . .	10,85	12,93	14,04	7,26	10,65	6,78	21,20	0,80	20,40	12,70	21,20	19,50	0,80	3,10	3,80	les 7, 20, 27	les 1er et 12 avril; le 4 mai.
Mai	14,29	16,95	19,03	9,16	14,09	9,87	27,90	1,60	26,30	26,30	22,30	27,90	3,20	1,60	15,60	les 8, 19, 30	les 18 et 23 mai; le 2 juin.
Juin. . . .	17,10	19,27	21,34	12,51	16,92	8,83	27,70	8,20	19,50	26,50	26,90	25,60	9,20	8,20	9,80	les 3, 12, 22	les 8, 16, 29
Juillet. . .	18,10	20,08	21,39	13,57	17,48	7,82	26,80	10,20	16,60	26,20	25,50	26,80	10,20	11,80	10,20	les 2, 12, 22	les 8, 20, 29
Août . . .	18,74	21,76	23,30	13,93	18,61	9,37	28,80	10,20	18,60	23,90	28,80	28,10	12,40	12,20	11,30	les 9, 11, 20	les 11, 17, 28
Septembre.	16,43	19,25	20,40	11,90	16,15	8,50	28,90	3,20	25,70	28,90	25,60	19,70	11,20	9,50	3,20	les 4, 12, 22	les 11, 17, 27
Octobre. .	9,81	12,31	13,32	6,98	10,15	6,34	18,80	2,80	16,00	17,80	18,80	16,90	3,40	2,30	5,10	le 29 septembre, les 15 et 25 oct.	les 11, 23, 29
Novembre.	5,12	7,36	9,25	3,21	6,23	6,04	15,70	- 4,60	20,30	13,70	15,70	9,10	0,00	- 1,90	- 4,60	les 1, 15, 19	les 7, 18, 24
Décembre.	-0,20	1,10	2,38	-2,37	0,00	4,75	10,20	-13,10	23,30	8,50	0,80	10,20	-12,20	-13,10	-13,70	les 1, 7, 16	les 5 et 10 décembre 1867 et le 2 janvier 1868.
MOYENNE .	10,20	12,37	13,74	6,71	10,22	7,03	20,81	- 0,54	21,35	18,28	17,72	18,32	2,33	2,20	2,12		

TEMPÉRATURE MOYENNE DE L'ANNÉE.

D'après les *maxima* et *minima* moyens . . . . 10°,22
» les *maxima* et *minima* absolus par mois 10,13
» les deux extrêmes de l'année 5,75
» les observations de 9 h. du matin pendant l'année . 10,20
» la température moyenne du mois d'octobre 10,80
» les observations de 9 h. du m. pendant le mois d'octob. 9,81

TEMPÉRATURES EXTRÊMES DE L'ANNÉE

Maximum, le 4 septembre. . . . . 28°,90
Minimum, le 22 janvier . . . . -17,40

Intervalle de l'échelle parcouru 46,30

Quantité d'eau recueillie; nombre de jours de pluie, de grêle, etc., à Liége, en 1867.

MOIS.	Nombre de jours de pluie, de neige et de grêle.	Quantité d'eau recueillie par mois, en millimètres.	Hauteur moy. de l'eau tombée par chaque jour de pluie, de neige et de grêle.	NOMBRE DE JOURS DE							
				Ciel sans nuages.	Pluie.	Grêle.	Neige.	Brouillard.	Gelée.	Tonnerre.	Ciel entièrem' couvert.
		mm.	mm.								
Janvier	20	69,39	3,47	1	14	2	10	7	18	0	19
Février	20	61,62	3,08	3	20	4	2	10	1	0	15
Mars	21	49,15	2,34	3	16	8	11	10	17	1	20
Avril	25	127,96	5,19	0	25	5	1	1	0	6	23
Mai	14	76,39	5,46	6	14	2	1	6	0	6	11
Juin	15	85,69	5,71	1	15	1	0	7	0	6	15
Juillet	23	151,26	6,57	1	23	1	0	4	0	6	18
Août	9	29,54	3,28	10	9	1	0	15	0	1	9
Septembre	14	46,34	3,31	2	14	0	0	14	0	5	11
Octobre	20	102,12	5,11	3	20	3	0	15	0	0	15
Novembre	9	36,54	4,06	5	9	3	2	17	2	0	18
Décembre	11	101,52	9,23	0	5	6	7	14	19	0	23
L'année	201	937,52	4,73	35	184	36	34	120	57	31	197

État du ciel à Liége, en 1867.

MOIS.	SÉRÉNITÉ DU CIEL.			INDICATIONS DE L'ÉTAT DES NUAGES, d'après les observations faites chaque jour, à 9 heures du matin et à midi.						
	9 heures du matin.	Midi.	Moyenne.	Cirrhus.	Cirrho-cumulus.	Cumulus.	Cirrho-stratus.	Cumulo-stratus.	Stratus.	Nimbus.
Janvier	2,00	1,71	1,85	7	2	21	1	12	35	25
Février	2,21	1,71	1,96	7	2	27	1	24	22	17
Mars	2,10	1,74	1,92	10	1	25	4	23	22	22
Avril	0,67	0,90	0,78	8	2	22	1	25	26	23
Mai	3,35	3,58	3,46	20	2	25	4	23	12	12
Juin	2,43	2,83	2,63	19	3	32	2	28	12	12
Juillet	1,58	1,81	1,69	7	1	28	1	30	25	32
Août	4,61	3,93	4,27	7	0	34	0	20	12	11
Septembre	3,03	2,87	2,95	23	5	36	6	28	7	6
Octobre	2,29	2,48	2,38	13	2	25	2	20	21	18
Novembre	2,93	2,07	2,50	8	0	19	0	14	30	13
Décembre	1,84	1,42	1,63	11	1	12	4	9	34	21
L'année	2,42	2,25	2,33	140	21	306	26	256	258	212

Nombre d'indications de chaque vent supérieur à Liége, en 1867.
(D'après les observations faites chaque jour, à 9 h. du matin et à midi.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	2	0	0	0	4	0	2	0	0	4	15	0	3	6	9	0
Février	0	0	2	0	0	0	3	0	1	0	7	0	10	4	7	1
Mars	1	0	3	0	6	2	0	1	0	2	11	3	2	6	1	0
Avril	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	15	0	9	15	4	1
Mai	2	0	0	0	0	0	6	1	3	1	9	1	4	1	1	0
Juin	1	3	3	0	0	0	6	2	0	2	6	3	2	9	4	0
Juillet	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	18	8	4	6	6	0
Août	0	1	1	0	0	0	4	0	2	3	6	9	0	1	3	0
Septembre	5	0	0	1	0	0	5	1	0	1	13	6	4	5	4	0
Octobre	0	3	0	0	0	0	2	0	0	5	3	0	2	7	6	2
Novembre	0	1	2	1	0	0	2	0	0	0	2	1	0	2	4	5
Décembre	1	1	6	2	0	0	0	0	0	2	2	0	1	3	10	1
L'année	12	9	18	5	11	2	34	5	6	20	107	31	41	65	59	10

Nombre d'indications de chaque vent inférieur à Liége, en 1867.
(D'après les observations faites chaque jour, à 9 h. du matin et à midi.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	4	0	6	1	0	1	1	1	5	17	15	0	4	3	4	0
Février	1	1	2	0	0	2	0	2	3	16	11	0	0	10	5	3
Mars	2	13	15	2	0	1	0	1	4	11	0	1	1	3	5	3
Avril	4	2	1	0	0	0	2	1	2	16	16	0	3	7	6	0
Mai	10	7	4	1	0	2	4	8	2	11	6	0	1	1	2	3
Juin	2	14	9	0	0	1	0	1	2	6	1	0	1	4	18	1
Juillet	2	4	3	0	0	1	0	2	6	16	11	2	0	6	4	5
Août	2	11	3	2	0	0	3	0	4	10	11	0	0	6	8	2
Septembre	2	4	4	1	0	0	3	0	5	22	11	1	2	1	4	0
Octobre	1	2	0	0	2	0	1	1	18	9	16	0	4	3	3	2
Novembre	6	5	6	0	0	0	0	2	2	1	8	2	2	11	10	5
Décembre	6	4	3	0	0	0	1	6	2	8	5	0	9	5	10	3
L'année	42	67	56	7	2	8	15	25	55	143	111	6	27	60	79	27

Nombre d'indications de chaque vent par lequel il y a eu éclairs ou tonnerre à Liége, en 1867.

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fevrier	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	2	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	2	0	1	1	2	0	0	0	0	0
Juin	0	1	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	1	0	0	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Septembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	0	0	0
Octobre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Novembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L'année	0	1	0	0	0	0	5	0	1	5	12	0	4	2	1	0

Nombre d'indications de chaque vent par lequel il tombait de la pluie, de la neige ou de la grêle à Liége, en 1867.

(D'après les observations relevées chaque jour à 9 h. du matin et à midi.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	6	0	0	0	0	0	0	0	2	5	8	0	5	9	4	0
Février	0	0	0	0	0	0	3	0	1	6	3	1	8	6	4	2
Mars	1	1	7	0	6	2	0	0	0	3	6	1	1	2	1	0
Avril	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9	0	6	10	2	0
Mai	2	2	1	0	0	0	1	0	0	3	1	1	2	0	1	1
Juin	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	6	0	2	4	1	0
Juillet	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	10	2	3	5	2	0
Août	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	3	0	0	2	0
Septembre	1	0	0	0	0	0	2	0	0	2	4	1	2	2	0	0
Octobre	0	1	0	0	0	0	0	0	2	4	3	0	2	6	3	1
Novembre	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	4	1
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	2	2	3	0
L'année	11	7	9	0	6	2	11	0	5	30	55	9	33	47	27	5

Nombre d'indications de très-forts vents ou tempêtes à Liége, en 1867.

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	7	0	3	3	2	0
Février	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	4	0	5	5	0	2
Mars	2	3	2	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	3	0	4	1	1	0
Mai	2	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	1	0
Juin	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	1	0
Juillet	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	3	1	1	0	1	1
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Septembre	1	0	1	0	0	0	0	0	0	4	3	0	0	1	1	0
Octobre	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	2	0	0	1	1	0
Novembre	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	2	0
L'année	6	7	3	0	0	0	0	1	6	38	25	3	13	14	11	3

Orages à Liége en 1867.

Le 30 mars. Éclairs avec pluie à 8 1/2 h. du soir par SO.

3 avril. Éclairs avec pluie par NO.; les 8, 9 et 10, éclairs avec pluie, grêle ou neige, le soir ou la nuit par O. et ONO.; le 20 à 4 h. de l'après-midi, tonnerre avec éclairs et pluie par SO.; le 21, tonnerre avec éclairs, grêle et pluie à 2 1/2 h. de l'après-midi par SO.

12 mai. Un fort orage par SE. de 5 à 6 1/2 h. du matin, grêle, pluie abondante, éclairs rougeâtres, coups de tonnerre secs et très-rapprochés de la terre; le même jour à 8 h. du soir, éclairs et tonnerre par SO.; le 20, pluie et tonnerre par SSO., à 5 h. du soir; le 26, orage de 9 1/2 à 2 h. du matin par SO.; éclairs blanchâtres, coups de tonnerre sourds ou rédondants; le 30, au soir, éclairs par SE.

2 juin. Coups de tonnerre à 4 h. du soir, par SSO.; le 3, tonnerre avec pluie le matin par SO.; le même jour, après midi, tonnerre avec tendance à la pluie, par SSO; le 3, tonnerre avec un peu de pluie à 3 h. de l'après-midi, par O.; le 24, orage de midi à 1 h. avec beaucoup de pluie par SE.; le même jour, à 3 h. de l'après-midi, tonnerre aussi par SE.; le 24, par NNE. tonnerre à 4 h. de l'après-midi; le même jour et toute la nuit, orage avec éclairs blanchâtres et coups de vent.

1 juillet. Éclairs sans tonnerre à 10 h. du soir, par SO.; le 4, orage à 6 h. du soir, continuation de la pluie toute la nuit et le lendemain, par SO.; quatre orages différents, le 14, à 2 1/2 h. de l'après-midi; le 15, à 5 1/2 h. du soir; le 23, à 2 h. après minuit jusqu'à 5 h. du matin; cet orage s'étendait depuis Havelange, province de Namur, jusqu'au delà de Liége, et a été un des plus violents de l'année par les dégats qu'il a occasionnés. Il a commencé par un coup de vent SE. des plus épouvantables; enfin le 24, à 1 h. de l'après-midi, il a duré une heure environ, le vent inférieur était NO.

Le 25 août. Un coup de tonnerre avec pluie et grêle par NO.

1 septembre. Vers 2 h. de l'après-midi par SO. et un maximum de 26°,90 de température, quelques coups de tonnerre avec éclairs rougeâtres; orage à Anvers à midi; à Spa à 2 1/2 h. de l'après-midi; le 4, un orage a éclaté par SSO, à 3 1/2 h. de l'après-midi, la température était de 28°,90 et la pression barométrique de 751mm.09; il a duré une heure; les éclairs étaient rougeâtres et le tonnerre continue sans être très-fort; la pluie a été des plus abondantes à Chaudfontaine et ses environs; l'orage s'est divisé à la hauteur de la montagne de Chèvremont en deux parties, l'une s'est dirigée sur Bein et Fléron et a occasionné par des grêlons beaucoup de dégats dans ces communes; l'autre partie qui s'est dirigée sur Chênée, Liége et Herstal n'a donné que de la pluie; à Liége, pendant la durée de cet orage, la marche du baromètre a été la suivante : 751mm.14 à 3 h., 751mm.09 à 3 1/2 h., 751mm.11 à 3 3/4 h., 750mm 94 à 3 h. 50', 751mm.04 à 4 h., 751mm.19 à 4 h. 5', 751mm.19 à 4 1/4 h., 751mm.41 à 4 1/2 h.; le 6, par SSO, éclairs le soir et toute la nuit; le 9, de grand matin, éclairs sans tonnerre par SO.; le 10, de 1 à 2 h. du matin et par O., éclairs accompagnés de pluie et d'un seul coup de tonnerre; le 12, par SSO, une pression barométrique de 753mm.60 et une température maximum de 25°,60, passage le soir et toute la nuit sur Liége et la province, de nuages électriques; des éclairs blanchâtres avec coups de tonnerre apparaissaient continuellement comme si les nuages s'entr'ouvraient; ces nuages ont donné lieu à un orage accompagné de forts grêlons et d'une pluie torrentielle sur : Waremme, Chokier, Flemalle, Seraing, Tilf, Esneux, Verviers, Spa et Stavelot.

RÉSUMÉ

Des observations météorologiques faites à Ostende, en 1867,

PAR M. P. MICHEL, CHEF AU NOUVEAU PHARE.

Pression atmosphérique. — Le baromètre de Sacré, employé pour déterminer la pression de l'air, est placé dans une chambre dont la température varie très-peu en vingt-quatre heures; sa cuvette est élevée de 5m,61 au-dessus du sol, ou de 16m,19 au-dessus du niveau de la mer, à marée basse, en vive eau ordinaire. Les observations ont été réduites à zéro degré de température centigrade.

Température de l'air. — Le thermomètre à *minima* de Laurent, ainsi que ceux à boule sèche et à boule humide du psychromètre, sont placés dans l'embrasure d'une fenêtre exposée au NO., abrités de la pluie et du rayonnement solaire par un toit en verre, et élevés de 5m,30 au-dessus du sol, ou de 15m,88 au-dessus du niveau de la mer, à marée basse.

La correction +0°,4 pour le thermomètre à *minima* de Laurent a été appliquée à chaque observation; celle de —0°,30 pour celui à boule sèche, ainsi que celle de —0°,10 pour celui à boule humide.

Pluie, neige. — L'udomètre est placé à environ 3m,10 au-dessus du sol; la quantité d'eau recueillie a été observée chaque jour à midi. L'indication de l'instrument qui donnait le chiffre le moins élevé a été écartée.

L'eau de la neige a été distinguée, et lorsqu'il était tombé à la fois de la pluie et de la

neige, l'eau a été attribuée par moitié à l'une et à l'autre. Le nombre de jours où l'on a recueilli de l'eau a été distingué du nombre de jours de pluie ou de neige.

Forme des nuages, état du ciel. — Outre la forme des nuages, pour obtenir les nombres rapportés dans le tableau relatif à la sérénité du ciel, j'ai représenté par 0 un ciel entièrement couvert, par 10 un ciel entièrement serein, et par les nombres compris entre 0 et 10 les états intermédiaires.

Vents. — La direction des vents est donnée d'après une girouette parfaitement mobile, fixée au sommet de la tour du phare, et d'après une boussole indiquant le nord vrai. La force du vent est indiquée par les nombres allant de 0 à 10 : 0 signifie calme plat; 1, sillage de un à deux nœuds; 2, sillage de trois à quatre nœuds; 3, sillage de cinq à six nœuds; 4, brise de perroquets; 5, un ris aux huniers; 6, deux ris aux huniers; 7, trois ris aux huniers; 8, les huniers au bas-ris; 9, au bas-ris des voiles basses; 10, ouragan.

Pression atmosphérique à Ostende, en 1867.

MOIS.	HAUTEUR MOYENNE DU BAROMÈTRE par mois.			*Maximum* absolu PAR MOIS.	*Minimum* absolu PAR MOIS.	DIFFÉRENCE ou variation mensuelle.	DATE du *maximum*.	DATE du *minimum*.
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.					
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		
Janvier	753,18	753,08	753,17	765,89	734,71	31,18	le 31	le 8
Février	63,82	64,08	63,82	76,50	33,02	43,48	le 21	le 6
Mars.	56,49	56,57	56,04	80,35	42,19	38,16	le 2	le 10
Avril.	56,75	56,80	56,36	73,41	41,90	31,51	le 1	le 20
Mai	58,85	58,86	58,66	66,49	45,22	21,27	le 3	le 12
Juin	63,62	63,66	63,70	74,08	53,69	20,39	le 27	le 3
Juillet	59,15	59,25	59,23	69,58	50,57	19,01	le 9	le 19
Août.	61,78	61,83	61,64	67,62	53,87	13,75	le 29	le 16
Septembre	63,34	63,41	63,38	73,42	57,33	16,09	le 26	le 10
Octobre.	57,69	57,58	57,57	70,39	46,09	24,30	le 1	le 8
Novembre	66,01	65,78	65,41	75,15	49,12	26,03	le 24	le 16
Décembre	59,57	59,49	59,37	69,25	39,79	29,46	le 27	le 1
MOYENNE. . .	760,02	760,03	759,86	771,84	745,62	26,22	le 2 mars.	le 6 févr.

Extrêmes de l'année . . . . { *Maximum* . . . . 780,35 mm.
{ *Minimum* 733,02

Intervalle de l'échelle parcouru . . . 47,33

Température centigrade de l'air à Ostende, en 1867.

MOIS.	TEMPÉRATURE MOYENNE PAR MOIS.			*Minimum* absolu par mois.	DATE du minimum.	*Minimum* moyen par mois.
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.			
Janvier	1°,69	3°,01	2°,92	-7°,30	le 22	-9°,70
Février	6,99	8,35	8,39	2,60	le 28	-0,80
Mars	3,64	5,02	5,55	-2,60	le 13	-4,00
Avril	10,05	10,95	11,21	6,00	le 1	3,80
Mai	13,61	15,66	16,88	7,30	le 15	3,40
Juin	15,41	16,86	17,64	11,20	le 16	9,00
Juillet	16,73	18,29	19,11	14,00	le 27	9,40
Août	18,71	20,45	21,92	14,30	le 3	11,00
Septembre	16,01	17,73	18,43	11,60	le 27	6,70
Octobre	11,37	11,96	12,21	7,30	le 10	5,30
Novembre	6,95	8,38	8,57	1,00	le 30	-0,10
Décembre	2,72	3,76	3,96	4,80	le 31	-6,80
Moyenne	10,32	11,70	12,23	5,85	le 22 janvier	2,27

Psychromètre à Ostende, en 1867.

MOIS.	9 HEURES DU MATIN.		MIDI.		3 HEURES DU SOIR.	
	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.
Janvier	1°,47	0°,91	2°,71	2°,26	2°,42	2°,02
Février	6,63	5,79	7,91	6,45	8,03	6,60
Mars	3,26	2,32	4,59	3,15	5,15	3,24
Avril	9,32	7,81	10,33	8,67	10,62	8,70
Mai	12,97	10,33	14,82	11,41	15,81	11,90
Juin	15,08	12,66	16,03	13,21	16,41	13,30
Juillet	16,35	13,67	17,54	14,10	17,85	14,35
Août	18,02	15,52	19,51	16,12	18,56	16,69
Septembre	15,54	13,69	17,03	14,21	17,63	14,69
Octobre	10,50	8,69	12,37	10,22	12,17	10,05
Novembre	6,54	5,39	7,88	6,32	8,11	6,33
Décembre	2,38	1,79	3,48	2,46	3,54	2,84
Moyenne	9,84	8,21	11,18	9,05	11,36	9,23

Quantité d'eau recueillie; nombre de jours de pluie, de grêle, de neige, de tonnerre, de brouillard, etc., à Ostende, en 1867.

MOIS.	Quantité d'eau recueillie par mois en millimètres.	Quantité de neige recueillie par mois en millimètres.	Nombre de jours où l'on a recueilli de l'eau.	NOMBRE DE JOURS DE							
				Pluie.	Grêle.	Neige.	Gelée.	Tonnerre.	Brouillard.	Ciel couvert.	Ciel sans nuages.
Janvier	43,893	15,692	24	11	3	6	16	»	7	11	»
Février	29,220	»	21	14	»	1	1	»	8	3	»
Mars	32,499	5,984	24	14	2	10	15	1	4	8	»
Avril	42,362	»	27	18	1	»	»	1	1	5	1
Mai	59,405	»	17	12	2	»	»	4	»	1	1
Juin	26,068	»	14	7	»	»	»	1	2	1	»
Juillet	118,884	»	21	15	»	»	»	4	»	1	»
Août	37,219	»	12	8	»	»	»	1	3	1	1
Septembre	63,055	»	22	15	»	»	»	2	1	1	»
Octobre	110,803	»	25	20	3	»	»	3	6	4	»
Novembre	29,693	»	24	15	1	»	4	»	11	7	»
Décembre	48,031	7,130	26	14	6	6	14	2	12	11	»
TOTAL	641,132	28,806	257	163	18	23	50	19	55	54	3

État du ciel à Ostende, en 1867.

MOIS.	SÉRÉNITÉ DU CIEL.				INDICATIONS DE L'ÉTAT DES NUAGES ET DU CIEL, d'après les observations faites à 9 h. du matin, à midi et à 3 h. du soir.									
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	Moyenne.	Ciel serein.	Cirrhus.	Cirrho-cumul.	Cumulus.	Cirrho-stratus.	Cumulo-stratus.	Stratus.	Nimbus.	Éclaircies.	Ciel couvert.
Janvier	1,94	1,58	1,65	1,72	»	2	»	9	5	14	16	15	3	44
Février	2,21	2,61	2,71	2,51	2	2	1	2	19	11	21	6	10	17
Mars	2,39	2,81	3,19	2,80	»	1	»	11	16	26	4	15	2	37
Avril	2,13	2,43	2,13	2,23	1	1	1	8	11	26	7	12	2	34
Mai	3,77	3,94	3,97	3,89	3	9	4	9	21	31	5	4	5	7
Juin	3,20	3,47	3,37	3,35	1	6	1	16	15	20	8	7	7	22
Juillet	3,00	3,07	2,97	3,01	»	2	2	15	16	54	»	6	3	7
Août	4,19	4,71	4,87	4,59	8	5	6	14	13	26	14	3	5	12
Septembre	3,23	3,37	2,87	3,16	»	2	3	13	16	41	6	10	2	12
Octobre	2,52	3,03	2,71	2,75	»	4	1	10	14	46	6	15	»	16
Novembre	2,00	2,46	2,23	2,23	»	3	6	2	14	28	23	10	4	28
Décembre	1,84	1,81	1,58	1,74	»	3	2	8	9	18	24	23	6	38
L'ANNÉE	2,70	2,94	2,85	2,83	15	40	27	117	169	341	134	126	49	274

Nombre d'indications de chaque vent à Ostende, en 1867.

(D'après les observations faites trois fois par jour, à 9 heures du matin, à midi et à 3 heures du soir.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.	NOMBRE de jours.
Janvier	»	»	4	»	13	2	4	5	10	»	13	8	10	4	14	4	31
Février	4	2	7	»	5	»	»	1	13	»	2	17	16	9	7	»	28
Mars	1	8	17	8	15	4	2	2	11	»	4	1	6	4	5	3	31
Avril	3	2	1	»	1	2	»	3	6	3	6	7	40	5	9	1	30
Mai	14	5	7	6	4	»	5	14	6	2	5	»	10	»	9	4	31
Juin	21	6	3	»	»	»	1	»	3	3	3	2	15	2	27	3	30
Juillet	13	3	1	»	2	2	1	5	5	2	7	7	24	»	17	3	31
Août	4	3	8	»	3	»	5	4	6	»	4	11	17	4	21	3	31
Septembre	9	3	1	1	5	2	1	»	16	1	8	5	17	1	14	1	30
Octobre	9	»	»	»	2	1	»	»	13	6	22	8	6	»	21	4	31
Novembre	15	2	3	7	5	2	3	11	3	1	5	3	6	8	12	»	30
Décembre	3	»	5	1	14	1	4	13	9	»	2	8	4	1	23	»	31
L'Année	96	34	57	23	69	16	26	58	101	18	81	77	171	38	179	26	365

Intensité du vent à Ostende, en 1867.

(D'après les observations faites trois fois par jour, à 9 h. du matin, à midi et à 3 h. du soir.

MOIS.	0 Calme plat.	1 Sillage de 1 à 2 nœuds	2 Sillage de 3 à 4 nœuds.	3 Sillage de 5 à 6 nœuds.	4 Brise de perroquets.	5 Un ris aux huniers.	6 Deux ris aux huniers.	7 Trois ris aux huniers.	8 Les huniers au bas-ris.	9 Au bas-ris des voiles basses.	10 Ouragan.
Janvier	2	26	22	16	7	6	4	3	2	1	4
Février	1	22	19	13	11	3	1	7	4	3	»
Mars	2	27	26	14	9	7	5	»	2	1	»
Avril	1	23	12	15	16	9	4	3	3	2	2
Mai	2	31	30	13	9	6	»	»	»	»	»
Juin	1	29	18	17	17	8	»	»	»	»	»
Juillet	1	12	33	13	18	4	3	3	6	»	»
Août	»	48	23	14	5	»	2	1	»	»	»
Septembre	5	28	19	6	16	10	3	»	»	»	3
Octobre	1	23	34	7	18	6	4	»	»	»	»
Novembre	4	24	24	14	13	2	7	2	»	»	»
Décembre	5	23	24	12	11	9	2	1	1	2	4
Total	25	316	284	156	150	70	35	20	18	9	13

RÉSUMÉ

Des observations météorologiques faites à Ostende, en 1867,

Par M. J. CAVALIER.

Pression atmosphérique. — Le baromètre employé pour déterminer la pression atmosphérique est construit selon le système Fortin-Delcros; il est placé dans une chambre qui fait face au NNO. et dont la température varie peu; sa cuvette est élevée de $6^m,65$ au-dessus du sol, ou de $9^m,33$ au-dessus du *niveau moyen* de la mer.

Des comparaisons faites en 1865 ont constaté que ses indications exigent la correction de $+0^{mm},05$ aux hauteurs données [1]. Les corrections pour la réduction à zéro centigrade ont été faites aux observations à l'aide des tables de Delcros.

Température de l'air. — Les températures extrêmes ont été déterminées par des thermomètres à *maxima* et *minima,* divisés sur tige. Celles des différentes époques du jour ont été relevées d'après le thermomètre à boule sèche du psychromètre. Cet instrument, divisé sur tige en cinquièmes de degré, donne par estimation le vingtième de degré.

État hygrométrique de l'air. — Les tables de Biot, suivant les expériences de Dalton, ont donné la tension de la vapeur d'eau; l'humidité relative de l'air en a été déduite d'après la formule employée à l'Observatoire royal de Bruxelles.

[1] Voir le résumé des observations faites en 1865.

Radiation solaire. — Les observations de la radiation solaire ont été faites au moyen de l'héliothermomètre. Cet instrument se compose d'un thermomètre à *maxima* à bulle d'air, gradué sur tige, introduit dans un tube de verre hermétiquement fermé et vide d'air, qui se termine en sphère creuse et mince, de 66 millimètres de diamètre, dont la boule noire du thermomètre occupe le centre. Les observations sont faites à midi, par un ciel clair.

Température de l'eau de mer. — Les observations pour obtenir la température de l'eau de mer ont été faites tous les jours, à la tête de la jetée du port, à la sonde de deux mètres, et à l'heure aussi rapprochée que possible de celle de la pleine mer du jour.

Tous les thermomètres employés aux observations sont construits à l'échelle centigrade par Casella; les zéros en ont été soigneusement vérifiés.

Jours de pluie, de grêle, de neige, etc. — L'udomètre se trouve à $10^m,42$ au-dessus du sol. La quantité d'eau recueillie a été mesurée à midi; lorsqu'il était tombé à la fois de la pluie et de la neige, l'eau a été attribuée par moitié à l'une et à l'autre. Le nombre de jours de pluie, de grêle et de neige est donné sans avoir égard à la quantité d'eau tombée; les jours où la pluie a été accompagnée de grêle ou de neige sont comptés parmi les jours de pluie, grêle et neige respectivement. Les brouillards de terre assez prononcés ont été les seuls annotés.

Vents. — La direction du vent a été déterminée d'après la girouette établie sur le sommet du clocher de l'église Saint-Pierre.

Remarque. — Les observations barométriques, psychrométriques, et celles de la température de l'air *aux différentes époques du jour,* ont été interrompues pendant la dernière quinzaine du mois de septembre.

Pression atmosphérique à Ostende, en 1867 (*).

MOIS.	HAUTEUR MOYENNE DU BAROMÈTRE PAR MOIS.						*Maximum* absolu par mois.	*Minimum* absolu par mois.	DIFFÉRENCES ou variations men-suelles.	DATE du *maximum*.	DATE du *minimum*.
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	6 heures du matin.	9 heures du soir.	Minuit.					
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm	mm.	mm.		
Janvier	753,66	753,64	753,63	753,88	754,03	753,93	768,52	735,26	33,26	le 31	le 8
Février	64,25	64,61	64,24	64,27	64,35	34,26	76,71	33,03	43,68	le 21	le 6
Mars	56,96	56,97	56,45	56,55	56,73	56,71	80,93	42,30	38,63	le 2	le 10
Avril	57,35	57,24	56,62	56,43	56,55	56,32	74,03	41,66	32,37	le 1	le 20
Mai	59,44	59,51	59,16	59,14	59,51	59,49	66,61	42,50	24,11	le 3	le 12
Juin	63,94	64,03	63,68	63,52	63,68	63,55	74,92	53,58	21,34	le 27	le 3
Juillet	59,40	59,57	59,31	59,25	59,41	59,23	69,55	49,95	19,60	le 9	le 18
Août	62,02	62,01	61,74	61,59	61,92	61,82	67,54	53,76	13,78	le 29	le 15
Sept. (du 1er au 15).	60,90	61,16	60,92	60,91	61,19	61,04	65,14	56,83	8,31	le 2	le 9
Septembre *	63,55*	63,48*	63,21*	63,26*	63,58*	63,47*	73,02*	56,83*	16,19*	le 26*	le 9*
Octobre	59,33	59,34	59,17	59,53	59,76	59,43	69,22	47,91	21,31	le 22	le 27
Novembre	68,41	68,17	67,72	67,86	68,08	67,97	78,10	51,46	26,64	le 22	le 16
Decembre	61,75	61,63	61,21	61,35	61,54	61,77	71,41	30,45	40,96	le 27	le 1
MOY. DE L'ANNÉE	760,62 760,84*	760,66 760,85*	760,34 760,53*	760,35 760,55*	760,56 760,76*	760,46 760,66*	771,89 772,55*	744,89 744,89*	27,00 27,66*	le 2 mars.	le 1er déc.

Extrêmes de l'année. . . . { *Maximum* . . . . 780,93 mm.
{ *Minimum* 730,45

Intervalle de l'échelle parcouru. 50,48

(*) On voit qu'il y a deux nombres pour la pression atmosphérique du mois de septembre ainsi que pour la moyenne de l'année. Les nombres marqués d'un astérisque représentent la pression du mois de septembre, d'après mes observations faites pendant la première quinzaine de ce mois, combinées avec celles faites à l'Observatoire de Bruxelles, pendant la dernière quinzaine du même mois ; celles-ci ont subi la correction de $+4^{mm},82$.

Température centigrade de l'air à Ostende, en 1867.

MOIS.	TEMPÉRATURE MOYENNE PAR MOIS.						*Maximum* moyen par mois.	*Minimum* moyen par mois.	MOYENNE par mois.	*Maximum* des moyennes diurnes.	*Minimum* des moyennes diurnes.	*Maximum* absolu par mois.	*Minimum* absolu par mois.	DATE du *maximum* absolu.	DATE du *minimum* absolu.
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	6 heures du soir.	9 heures du soir.	Minuit.									
Janvier	1°,90	2°,77	3°,96	2°,61	2°,12	1°,85	4°,05	−0°,46	1°,79	9°,05	−6°,43	11°,40	−9°,60	le 30	le 5
Février	7,14	8,37	8,52	7,77	7,44	7,13	9,57	5,29	7,43	12,15	2,60	15,20	0,00	le 16	le 28
Mars	3,83	5,25	5,67	4,63	3,74	3,04	6,42	1,34	3,88	11,35	−0,70	14,40	−3,90	le 26	le 13
Avril	10,15	11,21	11,35	10,48	9,31	8,77	12,32	7,06	9,69	14,40	7,15	19,80	4,20	le 20	le 1
Mai	13,54	15,54	16,07	15,11	12,53	11,43	17,42	8,76	13,09	20,60	5,75	27,40	4,40	le 29	le 23
Juin	16,18	17,42	17,25	16,95	14,66	13,87	18,68	12,07	15,37	20,55	11,50	26,40	9,20	le 12	le 5
Juillet	16,80	18,52	18,67	18,11	15,73	14,56	19,66	13,16	16,41	18,95	13,80	24,90	10,30	le 12	le 11
Août	18,84	20,61	20,71	20,01	17,51	15,98	21,93	13,93	17,93	25,25	14,40	32,00	11,00	le 14	le 4
Sept. (1-15).	17,94	19,74	19,75	18,70	16,48	15,72	18,85	12,34	15,59	20,40	11,50	24,50	7,60	le 3	le 27
Octobre	10,87	12,64	13,12	11,93	10,95	10,27	13,64	8,22	10,93	15,95	7,80	18,70	4,40	le 15	le 29
Novemb.	7,00	8,20	8,38	7,72	7,32	7,00	9,40	5,11	7,25	12,60	1,90	15,80	0,00	le 15	le 30
Decemb.	2,72	3,53	3,64	3,29	2,78	2,32	4,85	0,66	2,75	9,00	−4,90	11,60	−7,10	le 1	le 9 et le 10
MOYENNE.	10,58	11,08	12,26	11,44	10,05	9,33	13,07	7,29	10,18	15,85	5,36	20,18	2,54	le 14 août.	le 5 janv.

TEMPÉRATURE MOYENNE DE L'ANNÉE.

D'après les *maxima* et *minima* moyens. . . . . . . 10°,18
» » » des moyennes diurnes . . 10,60
» » » absolus mensuels . . . 11,56
» les observations de 9 h. du matin 10,58
» » » » et 9 h. du soir. 10,31
» la température moyenne du mois d'octobre . . 10,93

EXTRÊMES DE L'ANNÉE.

Maximum . . . . 32°,00
Minimum . . . . -9,60

Intervalle de l'échelle parcouru . . . . 41°,60

Psychromètre d'August à Ostende, en 1867.

MOIS.	9 H. DU MATIN.		MIDI.		3 H. DU SOIR.		6 H. DU SOIR.		9 H. DU SOIR.		MINUIT.	
	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.
Janvier. . .	1°,90	1°,16	2°,77	1°,79	3°,96	2°,93	2°,61	1°,72	2°,12	1°,26	1°,85	0°,98
Février. . .	7,14	6,06	8,37	6,84	8,52	6,92	7,77	6,53	7,44	6,31	7,13	6,13
Mars	3,83	2,53	5,25	3,29	5,67	3,59	4,63	3,18	3,74	2,44	3,04	1,98
Avril	10,15	8,35	11,21	9,20	11,35	9,27	10,48	8,72	9,31	7,98	8,77	7,30
Mai.	13,54	10,61	15,54	11,69	16,07	11,90	15,11	11,51	12,53	10,09	11,43	9,36
Juin	16,18	13,35	17,42	14,09	17,23	13,83	16,95	13,57	14,66	12,48	13,87	12,18
Juillet . . .	16,80	14,05	18,52	14,75	18,67	14,73	18,11	14,77	15,73	13,53	14,56	12,79
Août	18,84	16,00	20,61	16,86	20,71	16,76	20,01	16,46	17,51	15,10	15,98	14,29
Sept. (1-15)	17,94	16,10	19,74	16,86	19,75	16,87	18,70	16,38	16,48	15,10	15,72	14,52
Octobre . .	10,87	9,66	12,64	10,84	13,12	11,03	11,93	10,41	10,95	9,71	10,27	9,27
Novembre .	7,00	5,69	8,20	6,53	8,38	6,74	7,72	6,29	7,32	5,82	7,00	5,53
Décembre .	2,72	1,98	3,53	2,54	3,64	2,74	3,29	2,43	2,78	1,97	2,32	1,42
MOYENNE. .	10,58	8,80	11,98	9,61	12,26	9,78	11,44	9,33	10,05	8,48	9,33	8,00

État hygrométrique de l'air à Ostende, déduit de l'observation du psychromètre, en 1867.

MOIS.	TENSION DE LA VAPEUR D'EAU contenue dans l'air.						HUMIDITÉ RELATIVE DE L'AIR.					
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	6 heures du soir.	9 heures du soir.	Minuit.	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	6 heures du soir.	9 heures du soir.	Minuit.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.						
Janvier . .	5,01	5,10	5,49	5,12	4,98	4,87	87,7	84,6	84,5	85,8	85,9	85,6
Février . .	6,78	6,88	6,88	6,91	6,86	6,86	85,3	80,4	79,5	83,8	84,8	86,5
Mars . . .	5,17	5,07	5,13	5,33	5,14	5,11	80,1	71,8	70,9	78,5	80,1	83,2
Avril . . .	7,48	7,83	7,83	7,71	7,57	7,37	78,2	76,8	76,1	79,0	83,3	84,2
Mai . . .	8,10	8,22	8,16	8,26	8,08	7,90	68,9	62,0	59,6	63,9	73,1	76,3
Juin . . .	9,94	10,18	9,98	9,77	9,74	9,83	72,2	68,6	68,0	67,8	77,4	82,0
Juillet . .	10,50	10,41	10,30	10,69	10,45	10,18	73,5	65,7	64,5	69,2	77,9	81,4
Août . . .	11,95	12,11	11,91	11,90	11,49	11,31	74,1	67,6	66,1	68,9	77,0	83,1
Sept. (1-15)	12,62	12,63	12,64	12,57	12,10	11,77	82,4	74,2	74,3	78,6	86,3	87,8
Octobre . .	8,56	8,90	8,86	8,82	8,57	8,47	85,7	80,9	77,3	82,7	85,3	87,9
Novembre .	6,50	6,64	6,76	6,67	6,41	6,30	82,6	78,3	78,9	81,0	79,8	80,0
Décembre .	5,29	5,37	5,49	5,40	5,26	5,01	88,0	84,8	86,0	86,0	87,2	85,4
MOYENNE. .	8,16	8,28	8,29	8,26	8,05	7,91	79,9	74,6	73,8	77,1	81,5	83,6

Quantité de pluie, de grêle, etc.; nombre de jours de pluie, de grêle, etc.; et sérénité du ciel à Ostende, en 1867.

MOIS.	Quantité de pluie.	Quantité de neige.	Quantité d'eau recueillie par mois en millimètres	Nombre de jours où l'on a recueilli de l'eau.	NOMBRE DE JOURS DE							SÉRÉNITÉ DU CIEL.						
					Pluie.	Grêle.	Neige.	Tonnerre.	Brouill.	Ciel couvert.	Ciel serein.	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	6 heures du soir.	9 heures du soir.	Minuit.	Moyenne.
	mm.	mm.	mm.															
Janvier.	43,770	55,210	98,980	25	14	2	12	0	4	7	0	1,87	1,13	1,43	2,68	2,81	2,84	2,13
Février.	26,960	»	20,960	17	18	0	0	0	9	9	0	1,54	2,75	1,71	1,75	2,11	2,50	2,06
Mars . .	15,433	31,427	46,860	22	18	4	8	1	7	10	0	2,29	1,94	2,23	2,13	2,39	3,48	2,41
Avril . .	37,775	»	37,775	19	21	2	0	2	0	4	0	1,30	1,83	1,97	2,03	3,23	3,60	2,33
Mai. . .	66,740	»	66,740	15	15	2	0	4	0	3	0	3,29	2,84	4,03	3,45	3,97	4,65	3,70
Juin . .	29,685	»	29,685	13	16	0	0	2	0	4	0	3,13	3,07	3,70	3,53	3,03	3,53	3,33
Juillet .	119,305	»	119,305	21	19	0	0	2	0	2	0	2,19	2,61	2,71	2,77	2,71	3,81	2,80
Août . .	35,905	»	35,905	7	11	0	0	2	7	2	5	4,29	3,90	4,45	5,16	6,06	6,19	5,01
Sept. . .	65,885	»	65,885	15	17	1	0	3	9	0	0	3,50	3,17	2,87	2,93	4,10	4,37	3,49
Octob. .	119,315	»	119,315	22	25	7	0	3	7	5	0	2,35	3,00	2,48	2,58	2,84	2,42	2,61
Nov. . .	41,380	»	41,380	18	18	5	0	0	2	7	0	1,70	2,03	1,80	3,27	2,93	3,43	2,53
Déc. . .	61,040	15,460	76,500	17	15	7	5	1	8	10	0	1,81	1,77	1,84	3,19	2,42	2,84	2,31
L'année.	663,193	102,097	765,290	211	207	30	25	20	53	63	5	2,44	2,50	2,60	2,96	3,22	3,64	2,89

Nombre d'indications de chaque vent inférieur à Ostende, en 1867.

(D'après la girouette, observée chaque jour à 9 h. du matin, à midi et à 3 h. du soir.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.	NOMBRE d'observations
Janvier	2	2	3	5	5	3	5	3	7	10	18	8	5	10	3	4	93
Février	3	1	4	3	0	2	3	2	4	9	15	19	11	6	2	0	84
Mars	3	2	11	9	21	7	4	2	6	4	7	8	3	1	3	2	93
Avril	4	0	3	0	0	2	1	1	4	6	14	26	17	10	1	1	90
Mai	8	4	11	4	5	3	9	10	7	3	7	7	7	2	4	2	93
Juin	10	15	10	0	0	0	0	0	1	2	6	6	18	6	9	7	90
Juillet	7	7	6	2	0	1	2	2	2	5	15	17	12	7	8	0	93
Août	6	4	7	1	0	1	5	3	4	1	13	20	12	7	5	4	93
Septembre	0	9	3	2	7	0	6	0	5	7	16	13	12	6	2	2	90
Octobre	5	2	2	1	0	3	4	1	9	9	24	8	6	6	9	4	93
Novembre	9	1	6	5	2	2	8	4	7	2	12	6	6	8	5	7	90
Décembre	2	2	3	11	9	4	2	3	12	4	5	9	7	10	10	0	93
9 heures du matin	20	14	12	14	21	12	17	13	25	26	61	39	35	27	20	9	365
Midi	18	18	24	14	16	9	17	10	21	16	49	61	32	28	25	9	365
3 heures du soir	21	17	33	15	12	7	15	8	22	20	42	47	49	24	18	15	365
L'année	59	49	69	43	49	28	49	31	68	62	152	147	116	79	61	33	1095

Vents remarquables et leurs directions à Ostende, en 1867.

MOIS.	GRANDS.	TRÈS-GRANDS.	EXTRAORDINAIRES.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	3	7	4	»	»	2	1	»	3	4	»	1	2	1
Février	4	2	3	»	»	»	»	»	1	3	5	2	»	»
Mars	2	1	3	»	»	»	2	2	»	»	»	»	2	»
Avril	3	2	8	»	»	»	»	»	4	5	2	2	»	»
Mai	»	»	2	»	»	2	»	»	»	»	»	»	»	»
Juin	4	»	»	1	1	1	»	»	»	»	»	»	1	»
Juillet	6	4	»	»	»	»	»	»	»	5	»	1	4	»
Août	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Septembre	4	2	»	»	1	»	1	»	1	1	»	»	2	»
Octobre	2	6	»	1	1	»	»	»	2	»	»	1	3	»
Novembre	3	4	5	»	»	2	»	»	2	»	2	»	3	3
Décembre	4	7	3	»	»	4	»	»	1	2	4	»	3	»
L'année	35	35	30	2	3	11	4	2	14	20	13	7	20	4

Radiation solaire à Ostende, en 1867.

(D'après les observations faites à midi, au moyen de l'héliothermomètre, à échelle centigrade.)

DATE.		RADIATION solaire à midi.	TEMPÉRATURE DE L'AIR.		DATE.		RADIATION solaire à midi.	TEMPÉRATURE DE L'AIR.	
			Midi.	Maximum.				Midi.	Maximum.
Février	le 2	26°,00	8°,65	9°,80	Juillet	le 7	43°,00	18°,00	18°,40
	» 4	28,35	11,05	11,80		» 9	44,00	17,40	17,90
	» 16	30,90	13,65	15,26		» 10	45,80	17,40	18,90
	» 28	28,25	4,60	5,20		» 11	44,30	19,20	19,90
Mars	» 3	24,90	4,85	5,20		» 28	40,90	17,40	18,00
	» 4	27,00	4,35	5,70		» 31	44,50	18,60	19,50
	» 28	38,90	9,40	9,70	Août	» 10	45,30	19,20	20,40
	» 30	38,60	9,00	10,10		» 12	49,60	25,65	26.00
Avril	» 1	36,50	9,20	10,10		» 13	47,40	27,40	29,10
	» 10	38,70	10,20	11,80		» 14	51,50	27,50	32,00
Mai	» 2	33,60	11,10	12,40		» 21	47,00	20,60	21,10
	» 4	39,50	18,00	18,80		» 24	46,00	21,10	21,60
	» 6	47,70	23,95	26,30		» 25	45,90	20,00	21,50
	» 7	51,00	26,60	27,10		» 28	45,40	20,20	20,50
	» 8	47,40	25,50	27,00		» 31	46,00	24,20	25,60
	» 10	47,30	22,65	24,10	Septembre	» 2	47,00	20,15	24,00
Juin	» 1	49,00	21,20	23,40		» 8	42,75	18,80	21,50
	» 4	42,50	17,40	17,80		» 9	42,50	21,00	21,00
	» 10	43,30	18,55	20,80		» 10	45,50	19,50	19,70
	» 11	46,20	22,05	23,40		» 14	43,00	18,50	19,20
	» 12	50,30	24,60	26,40	Octobre	» 23	35,60	14,75	15,80
	» 20	44,40	19,35	19,80		» 24	35,10	14,60	16,80
	» 29	44,70	16,00	19,30	Novembre	» 8	27,40	10,85	11,40
	» 30	45,00	18,80	21,00		» 9	27,80	11,80	12,00
Juillet	» 1	42,20	21,50	23,40		» 13	25,80	6,85	8,20

Température centigrade de l'eau de mer à Ostende, en 1867.

D'après les observations faites à la tête de la jetée du port, à la sonde de 2 mètres, et à l'heure aussi rapprochée que possible de celle de la pleine mer du jour.

MOIS.	MOYENNE par mois.	EXTRÊMES MENSUELS.			DATE du *maximum*.	DATE du *minimum*.
		Maximum.	*Minimum.*	DIFFÉRENCE.		
Janvier	3°,65	6°,65	0°,60	6°,05	le 1	le 22
Février	6,66	7,85	5,15	2,70	le 23	le 4
Mars	4,49	7,55	2,20	5,35	le 28	le 18
Avril	8,94	11,70	6,15	5,55	le 28	le 1
Mai	12,76	15,95	10,45	5,50	le 11	le 1
Juin	16,00	17,85	14,45	3,40	le 11	le 17
Juillet	17,50	18,70	16,30	2,40	le 24	le 19
Août	18,42	19,75	16,50	3,25	les 22 et 25	le 3
Septembre	16,75	19,80	13,30	6,50	le 3	le 30
Octobre	11,79	13,00	10,70	2,30	le 1	le 9
Novembre	8,77	12,10	6,25	5,85	le 1	le 30
Décembre	4,62	6,40	2,50	3,90	les 1 et 17	le 31
MOYENNE	10,87	13,11	8,71	4,40	le 3 sept.	le 22 janv.

Orages observés à Ostende, en 1867, par M. Cavalier.

Le 30 mars,	à 5 h. 50 m. du soir, vif éclair, suivi d'un formidable coup de tonnerre accompagné d'un violent coup de vent; forte averse de grêle.
9 avril,	de 4 h. à 7 h 45 m. du matin, forts et vifs éclairs et trois coups de tonnerre; à 8 h. du soir, fort coup de vent, averse de pluie et de grêle.
20 »	de 2 h. 45 m. à 3 h. 15 m. du soir, éclairs et cinq coups de tonnerre; vers 4 h, fort coup de vent du SO.
11 mai,	à 3 h. du matin, vifs éclairs.
12 »	de 6 h. 45 m. à 8 h. du soir, vifs éclairs, trois coups de tonnerre; la pluie tombée a donné $25^{mm},650$ d'eau.
27 »	de 3 h. à 3 h. 45 m. du soir, fort orage, quinze coups de tonnerre; direction du vent inférieur : ONO.; celle des nuages: SE.
Du 2 au 3 juin,	de 11 h. du soir à 3 h. du matin, vifs éclairs, roulement continu de tonnerre lointain.
Le 19 juillet,	vers 4 h. du matin, vifs éclairs, tonnerre et pluie.
26 »	de 3 h. 30 m. à 4 h. 30 m. du matin, vifs éclairs, fort tonnerre; averse de pluie donnant $10^{mm},950$ d'eau; vent inférieur : SE. De 1 h. 30 m à 2 h. du soir, fort tonnerre lointain; vent inférieur : SSO; nuages allant à l'ouest.
Le 26 août,	de 6 h du soir à minuit, orageux, tonnerre lointain.
27 »	de 1 h. à 3 h. du matin, assez fort orage.
3 septembre,	de 7 h. à 9 h. du soir, forts éclairs au NE.
5 »	de 8 h. à 9 h du soir, forte pluie, vifs éclairs et tonnerre.
6 »	à 6 h. du soir, sept coups de tonnerre.
13 »	de 7 h. 30 m. à 8 h. du matin, tonnerre.
7 octobre	de 1 h. 50 m. à 2 h. 10 m. du soir, vent ONO., trois vifs éclairs et trois coups de tonnerre accompagnés d'une averse de grêle.
8 »	à 8 h. 20 m. du soir, vif éclair et coup de tonnerre; forte averse de grêle.
9 »	à 7 h. 45 m. du matin, forte averse de grêle, vif éclair et coup de tonnerre.
18 décembre,	de 1 h. à 1 h. 15 m. du soir, deux forts coups de tonnerre. Lors du premier coup, la foudre est tombée à l'entrée du port; averse de grêle, donnant 4 millimètres d'eau. Vent NO.
19 »	à 11 h. 30 m. du soir, averse de grêle, pendant 4 minutes, donnant $1^{mm},72$ d'eau; les grêlons étaient fort gros; il y en avait plusieurs de la dimension d'une balle de fusil; on en a ramassé quelques-uns parfaitement creux.

Tempêtes observées à Ostende, en 1867, par M. Cavalier.

Du 8 janvier au 11.	Bourrasque entre le SO. et le NO.
» 15 » au 17.	Grande tempête et rafale de neige du NE.; la neige tombée a donné $23^{mm}530$ d'eau.
» 27 » au 29.	Bourrasque de l'OSO.
» 30 » au 31.	Forte bourrasque du NO.
» 5 février au 8.	Tempête de l'OSO.
» 8 » au 9.	Tempête de l'ONO.
Le 26 »	Bourrasque de l'ONO.
Le 12 mars.	Bourrasque de l'ENE.
Du 17 » au 18.	Bourrasque de l'E.
» 30 » au 31.	Tempête du NO.
Le 4 avril.	Grains de l'OSO.
» 8 »	Tempête de l'OSO.
» 9 »	Tempête de l'ONO.
» 10 »	Forts grains de l'ONO.
» 11 »	Tempête du NO.
Du 14 » au 15.	Tempête de l'OSO.

Du 20 avril au 22. Tempête de l'OSO.
» 12 mai au 13. Violente tempête du NE.
» 15 juin au 16. Grains du NNO.
» 16 juillet au 19. Grains entre le SO. et l'O.
» 26 » au 27. Forts grains du NO.
Le 16 septembre. Bourrasque du NO.
» 18 » Bourrasque de l'ONO.
» 24 » Tempête du NO.
» 3 octobre. Bourrasque du NO.
» 4 » Bourrasque du N.

Le 7 octobre. Bourrasque de l'ONO.
» 8 » Bourrasque du NO.
» 28 » Bourrasque du NO.
» 29 » Bourrasque du SO.
Du 1 novembre au 2. Bourrasque du NO.
Le 4 » Bourrasque du SO.
Du 16 » au 17. Tempête du NE.
» 19 » au 21. Tempête du NNO.
Le 22 » Bourrasque du NO.

Du 1 décembre au 3. Grande tempête. Dès le matin du 30 novembre, baisse assez sensible du baromètre; cette baisse continue jusqu'à 9 heures du soir, le 1er décembre, et atteint un *minimum* de 730mm,45 : elle est accompagnée d'une assez forte élévation de température. La direction du vent pendant la journée du 1er décembre est SO. Le 1er, un peu après 10 heures du soir, le vent souffle avec grande violence du SO.; mais comme le baromètre avait commencé à remonter et le thermomètre à baisser depuis 9 heures du soir, on prévoit un changement dans la direction du courant. Vers 1 heure du matin, le 2, la tempête se déchaîne du NO, avec furie.

A partir de 4 heures les coups de vent sont des plus formidables.

Telle était la violence du courant, qu'une chaloupe de pêche, échouée pendant la tempête du 19 au 20 novembre, fut chassée par la houle à travers le *Genever brug* (pont en charpente) qui conduit de la digue à l'estacade. La houle, qui déferlait à grands flots, enleva bientôt une contre-digue établie près de l'extrémité du débarcadère des malles-postes et, débordant les quais, remplit le nouveau bassin en construction, destiné aux chaloupes de pêche.

Heureusement que la tempête s'est présentée à l'époque des faibles marées, car l'eau s'est élevée à 1m40 au dessus du niveau de la marée haute des vives-eaux ordinaires, ce qui donne un surcroît d'eau de 3m57; par conséquent, abstraction faite de l'effet dû à l'abaissement de la pression atmosphérique, on peut estimer que la force du vent seule a produit une élévation de 3 mètres.

Parmi les averses de grêle, etc., qui accompagnaient et suivaient la tempête, la rafale de neige dans l'après-midi du 2, et l'averse de grêle dans la soirée du 3, ont donné respectivement 5 millimètres et 3 millimètres $^{3}/_{10}$ d'eau.

Voici la pression atmosphérique, la température de l'air, et la direction du vent pendant les quatre jours, le 30 novembre et les 1, 2 et 3 décembre :

HEURES.	30 NOVEMBRE.			1er DÉCEMBRE.			2 DÉCEMBRE.			3 DÉCEMBRE.		
	Pression atmosphérique.	Températ centigrade	Direction du vent.	Pression atmosphérique.	Températ. centigrade.	Direction du vent.	Pression atmosphérique.	Températ. centigrade.	Direction du vent.	Pression atmosphérique.	Températ. centigrade.	Direction du vent.
9 h. du matin .	mm. 766,74	0°,90	SSE.	mm. 747,38	8°,40	SO.	mm. 746,45	2°,20	NO.	mm 760,05	3°,35	NNE.
Midi	64,98	2,50	S.	45,50	9,45	SSO.	48,40	1,15	NO.	61,35	4,05	ENE.
3 h. du soir. .	61,36	2,25	S.	41,10	10,80	S.	49,30	−0,60	ONO.	63,25	2,90	NE.
6 h. du soir. .	59,06	1,20	»	37,04	11,20	SO.	49,18	2,40	NO.	65,01	2,40	»
8 h. 30 m. du s.	»	»	»	30,97	11,40	SO.	»	»	»	»	»	»
9 h. du soir. .	56,14	2,40	»	30,45	11,25	SO.	51,62	2,60	NO.	67,04	1,75	»
Minuit . . .	56,04	3,75	»	36,32	8,20	SO.	53,16	2,60	NO.	68,64	2,00	»

Du 6 décembre au 7. Tempête du NE.
» 12 » au 13. Bourrasque entre l'O. et le NO.

Du 14 décembre au 15. Bourrasque de l'O.
» 16 » au 17. Bourrasque de l'OSO.

Observations faites à Anvers, en 1867, par M. Adolphe De Boe.

MOIS.	TEMPÉRATURE CENTIGRADE DE L'AIR. Températ. moyenne par mois.	*Maximum* moyen par mois.	*Minimum* moyen par mois.	*Maximum* absolu	*Minimum* absolu	DATE du *maximum* absolu.	DATE du *minimum* absolu.	QUANTITÉ d'eau tombée.
								mm.
Janvier	1°,37	3°,34	- 0°,59	11°,1	-9°,0	les 10 et 27	le 21	69,2
Février	7,45	9,86	5,03	15,7	-1,6	le 17	le 28	52,6
Mars	4,24	7,41	1,08	14,5	-2,2	le 27	le 13	51,8
Avril	»	»	»	»	»	»	»	72,2
Mai	14,64	19,83	9,45	29,5	3,0	les 7 et 8	les 16 et 23	66,0
Juin	16,87	21,45	12,30	29,8	8,8	le 13	le 16	66,7
Juillet	17,27	21,34	13,21	27,8	9,3	le 24	le 10	121,4
Août	18,64	23,38	13,90	33,0	9,7	le 15	le 20	46,2
Septembre	16,22	20,31	12,14	27,0	5,0	le 1	le 27	63,2
Octobre	10,37	13,49	7,26	19,0	2,5	le 16	le 11	107,0
Novembre	6,41	9,08	3,74	18,3	1,0	le 17	le 18	53,2
Décembre	1,69	4,13	- 0,75	11,5	-9,0	le 2	le 9	85,6
L'année								853,5

Orages observés à Anvers, en 1867, par M. Adolphe De Boe.

Avril, le 20. Court orage à 3 h. du soir.

Mai, » 12. Fort orage le soir à 7 ¹/₂ h Une partie passe sur la ville et une autre partie se dirige vers le NO., rive gauche de l'Escaut.

» » 19. Orage vers le S. le soir à 7 ¹/₄ h. Il ne passe pas sur la ville et se dirige vers le NO.

» » 21. Orage à 12 ¹/₂ h. du soir, venant du SO.; il passe sur la ville; cinq coups de tonnerre.

» » 23. Nuages orageux et apparence d'orage au SE, vers 2 ¹/₂ h. du soir.

Juin, du 2 au 3. Orage la nuit

» le 23. A 7 ¹/₂ h. du soir, orage à deux ou trois lieues au N.; on entend plusieurs coups de tonnerre.

» » 24. Orage au NO.; une partie passe sur la ville.

Juillet, » 13. A 12 ¹/₂ h. du soir, orage.

Juillet, le 25. A 2 h., un coup de tonnerre lointain vers le NO.

» » 26. Un coup de tonnerre sur la ville, à 6 ¹/₂ h. du soir.

» » 28. A 2 ¹/₂ h. du soir, un orage, se dirigeant du SO. vers le NE., passe sur la ville; trois éclairs, trois coups de tonnerre.

Août, » 16. A 2 ¹/₂ h du soir, un orage se forme au SO. sur l'Escaut et passe sur la ville.

Septembre, » 1. Orage de 12 ¹/₂ à 1 h du soir.

» » 4. Orage d'une violence extrême; il commence à 11 ³/₄ h. du matin et dure jusque vers 3 h. de l'après-midi.

Octobre, » 7. Orage le matin, à 7 h.

» » 18. Quelques éclairs à minuit.

PHÉNOMÈNES PÉRIODIQUES NATURELS. — Règne végétal. — 1867.

NOMS DES PLANTES. (*Feuillaison*, 1867.)	BRUXELLES. — (M. Ad. Quetelet.)	ANVERS. — (M. Acar.)	GENDBRUGGE-les-Gand. — (M. Rodigas.)	OSTENDE. — (M. Lanszweert.)	NAMUR. — (M. Bellynck.)
Acer campestre. L.	—	22 avril.	20 avril.	—	10 avril.
» pseudo-Platanus. L.	20 avril.	3 mai.	20 »	—	15 »
» saccharinum. L.	—	17 avril.			
Æsculus Hippocastanum. L.	15 avril.	20 »	24 avril.	8 avril.	4 avril.
» lutea. Pers.	—	22 »	—	—	4 »
» Pavia. L.	—	20 »	30 avril.	—	4 »
Amygdalus persica. L. (β *mad.*)	4 avril.	16 »	1 mai.	2 mai.	28 mars.
Aristolochia Clematis.	—	15 »			
» Sipho. L.	—	3 mai.	8 mai.	—	20 avril.
Berberis vulgaris. L.	1 avril.	9 avril.	23 avril.	—	10 »
Betula alba. L.	15 »	19 »	12 mai.	12 avril.	18 »
» Alnus. L.	—	1 mai.	—	2 »	22 »
Bignonia Catalpa. L.	—	12 »	—	15 »	4 mai.
» radicans. L.	—	12 »	—	—	26 avril.
Buxus sempervirens. L.	—	—	—	—	26 mars.
Carpinus Betulus. L.	16 avril.	20 avril.	27 avril.	—	12 avril.
Cercis Siliquastrum. L.	—	18 »	—	—	21 »
Clematis Viticella. Willd.	4 avril.				
Colutea arborescens. L.	—	10 »	—	—	10 »
Corchorus japonicus. L.	14 févr.	—	28 avril.	—	1 févr.
Cornus alba. L.	14 avril.				
» Mas. L.	16 »	10 avril.	10 mai.	—	7 avril.
» sanguinea. L.	—	—	29 avril.	—	7 »
Corylus Avellana. L.	3 avril.	10 avril.	23 »	4 avril.	6 »
Cratægus oxyacantha. L.	—	20 »	24 »	8 »	22 mars.
Cytisus Laburnum. L.	14 avril.	20 »	2 mai.	—	4 avril.
Daphne Mezereum. L.	16 févr.	25 mars.	—	10 avril.	15 févr.
Evonymus europæus. L.	10 avril.	18 avril.	13 mai.	—	7 avril.
» latifolius. Mill.	—	22 »	—	—	7 »
Fagus Castanea. L.	—	9 mai.	3 mai.	—	1 mai.
» sylvatica. L.	—	12 »	7 »	—	28 avril.
Fraxinus excelsior. L.	20 avril.	—	18 »	—	2 mai.
» Ornus. L.	—	20 mai.			
Galanthus nivalis. L.	2 févr.				
Genista juncea. L.	28 avril.				
Gingko biloba. L.	—	15 mai.	17 mai.	—	24 avril.

NOMS DES PLANTES. (*Feuillaison*, 1867.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.
Gleditschia ferox. L.	—	—	—	—	1 mai.
» triacanthos. L.	—	—	19 mai.		
Glycine sinensis. L.	4 mai.	19 avril.	8 »	—	2 mai.
Gymnocladus canadensis. L.	—	2 juin.	28 »	—	4 »
Hippophaës rhamnoïdes. L.	—	—	—	8 mars.	12 avril.
Hyacinthus orientalis. L.	20 mars.	—	—		
» botryoïdes	23 »				
Hydrangea arborescens. L.	—	13 mai.	—	—	12 avril.
Juglans nigra. L.	—	24 avril.			
» regia. L.	27 avril.	9 mai.	10 mai.	10 mai.	1 mai.
Ligustrum vulgare. L.	—	—	15 avril.	—	15 avril.
Liriodendron tulipifera. L.	—	11 mai.	15 mai.	—	10 »
Lonicera Periclymenum. L	16 févr.	20 mars.	—	3 mars.	16 févr.
» symphoricarpos. L.	17 »	28 »	—	—	16 »
» tatarica. L.	12 »	20 »	—	—	31 janv.
» Xylosteum. L.	—	18 »	—	—	16 févr.
Magnolia tripetala. L.	—	—	1 mai.	—	1 mai.
» Yulan. Desf.	—	—	3 »	—	1 »
Mespilus germanica. L.	—	—	7 »	—	20 avril.
Morus alba. L.	7 mai.	—	24 »	—	10 mai.
» nigra. L.	7 »	11 mai.	—	15 mai.	10 »
Narcissus pseudo-narcissus. L.	23 févr.				
Philadelphus coronarius. L.	20 »	18 mars.	—	—	4 mars.
» latifolius. L.	—	7 avril.			
Pinus Larix. L.	—	10 »	1 mai.	—	26 mars.
Platanus occidentalis. L.	—	19 »	15 »	—	15 avril.
Populus alba. L.	20 avril.	2 mai.	18 avril.	30 avril.	
» balsamifera. Willd.	20 »				
» fastigiata. Poir.	20 »	25 avril.	24 »	—	24 mars.
» tremula. L.	—	—	10 mai.		
Prunus armeniaca. L. (β *abric.*).	—	—	18 avril.	20 avril.	12 avril.
» Cerasus. L. (*big. noir.*)	16 avril.	—	—	—	12 »
» domestica. L. (β *gr. dam. v.*)	18 »	—	—	—	15 »
» Padus. L.	—	—	25 avril.	—	12 »
» spinosa. Black.	5 avril.				
Ptelea trifoliata. L.	—	27 avril.			
Pyrus communis. L. (β *bergam.*).	—	2 mai.	7 mai.	3 avril.	10 avril.
» Cydonia. L.	—	—	25 avril.		
» japonica. L.	2 mars.	20 avril.	15 »	3 mars.	1 févr.
» Malus. L. (β *calville d'été*)	14 avril.	30 »	2 mai.	—	20 avril.
» spectabilis. Ait.	—	30 »	27 avril.		

NOMS DES PLANTES. (*Feuillaison*, 1867.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-les Gand.	OSTENDE.	NAMUR.
Quercus pedunculata. Willd.	—	—	—	—	18 avril.
» sessiliflora. Smith.	28 avril.	—	12 mai.	—	18 »
Rhamnus catharticus. L.	—	—	—	—	27 »
» Frangula. L	—	—	—	—	27 »
Rhus Cotinus. L.	—	—	10 mai.	—	12 »
» typhina. L.	30 avril.	—	25 »	—	
Ribes alpinum. L.	—	—	—	—	20 févr.
» Grossularia. L.	25 févr.	—	11 avril.	17 mars.	20 »
» nigrum. L.	20 »	—	18 »	—	20 »
» rubrum. L.	20 »	—	24 »	—	20 »
Robinia Caragana. Hérit.	3 avril.				
» pseudo-Acacia. L.	2 mai.	22 avril.	—	—	1 mai.
» viscosa. Vent.	5 »	—	—	—	1 »
Rosa centifolia. L.	6 »	15 avril.	—	—	24 mars.
» gallica. L.	—	—	—	—	24 »
Rubus Idæus. L.	1 avril.	27 mars.			
Salix alba. L.	—	—	26 avril.	19 avril.	15 mars.
» babylonica. L.	—	12 avril.			
Sambucus Ebulus. L.	—	25 mars.			
» nigra. L.	14 févr.	14 »	17 avril.	27 févr.	20 févr.
» racemosa. L.	14 »	10 »	—	—	20 »
Secale cereale. L.	—	—	2 mai.		
Sedum acre. L.	—	—	25 »		
Sorbus aucuparia. L.	10 avril.	4 avril.	18 avril.	—	8 avril.
» domestica. L.	—				
Spiræa Bella. Sims	—	17 avril.			
« hypericifolia. L.	—				
Staphylea pinnata. L.	10 avril.	2 avril.	—	—	1 avril.
Syringa persica. L.	26 mars.	24 »	28 avril.	—	20 févr.
» rothomagensis. Hort.	—	—	—	—	20 »
» vulgaris. L.	25 févr.	18 avril.	17 avril.	5 avril.	16 »
Tilia americana. L.	—	—	15 »		
» europæa. L.	15 avril.	18 avril.			
» parvifolia. Hoffm.	—	22 »			
» platyphylla. Vent.	—	—	—	—	4 avril.
Ulmus campestris. L.	8 avril.	26 avril.	22 avril.	—	19 »
Vaccinium Myrtillus. L.	—	15 »	—	—	15 »
Viburnum Lantana. L.	—	15 »	6 mai.	—	28 mars.
» Opulus. L. (*fl. simpl.*).	8 avril.	—	—	—	25 »
» » L. (*fl. plen.*).	—	—	—	—	25 »
Vinca minor. L.	23 févr.				
Vitex incisus. L.	—	—	—	—	8 mai.
Vitis vinifera. L.	2 mai.	30 avril.	—	28 avril.	1 »

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1867.)	BRUXELLES. — (M. Ad. Quetelet.)	ANVERS. — (M. Acar.)	GENDBRUGGE-les-Gand. — (M. Rodigas.)	OSTENDE. — (M. Lanszweert.)	NAMUR. — (M. Bellynck.)	VIENNE. — (M. Fritsch.)	SALZBOURG. — (M. Fritsch.)
Acer campestre. L.	—	—	—	—	2 mai.		
» pseudo-Platanus. L.	—	—	4 mai.	—	1 »	27 avril.	
Achillea millefolium. L.	—	12 juin.	—	8 juill.	12 juin.	—	30 mai.
Aconitum Napellus. L.	3 juin.	10 juill.	—	8 juin.	6 mai.	—	22 juin.
Æsculus Hippocastanum. L.	26 avril.	4 mai.	10 mai.	25 mai.	4 »	28 avril.	
» macrostachys. Mich.	—	17 juill.					
» Pavia. L.	—	15 mai.	—	—	6 mai.		
Ajuga reptans. L.	—	17 avril.	2 mai.	—	1 »	26 avril.	
Alisma Plantago. L.	—	30 juin.	25 juin.	3 juill.	—	—	18 juin.
Allium ursinum. L.	—	—	—	—	1 mai.		
Alyssum deltoïdeum. L.	13 avril.						
Alnus glutinosa. L.	—	—	—	—	18 mars.		
Althæa officinalis. L.	—	4 août.	—	—	25 juill.	—	31 juill.
Amygdalus communis. L.	—	5 avril.	—	—	—	30 mars.	
» persica. L. (*β mad.*).	25 mars.	—	—	3 mars.	15 mars.		
Anchusa sempervirens. L.	22 avril.						
Anemone Hepatica. L.	23 févr.	6 mars.	15 mai.	6 févr.	1 févr.		
» nemorosa. L.	—	2 avril.	2 avril.	—	26 »		
Antirrhinum majus. L.	4 juin.	15 juin.	—	10 juin.	25 mai.		
» Linaria. L.	—	—	—	—	—	—	22 juin.
Aquilegia vulgaris. L.	12 mai.						
Arabis caucasica. Willd.	21 févr.	15 mars.	—	—	1 mars.		
Aristolochia Clematis. L.	—	20 mai.	8 juin.	—			
» Sipho. L.	—	—	25 mai.	—	8 mai.		
Arum maculatum. L.	—	10 avril.	24 avril.	—	1 »		
Asarum europæum. L.	—	15 »	—	—	16 févr.		
Asclepias Vincetoxicum. L.	—	6 mai.	—	—	24 mai.		
Asperula odorata. L.	—	10 »	—	—	24 avril.		
Astrantia major. L.	—	10 »	25 mai.	—	19 mai.	—	6 juin.
Atropa Belladona. L.	—	15 juin.	—	6 juin.	26 »		
Azalea pontica. L.	6 mai.	—	1 mai.				
Bellis perennis. L.	15 févr.	—	24 mars.	5 févr.	10 févr.		
Berberis vulgaris. L.	3 mai.	29 avril.	18 mai.	—	1 mai.	30 avril.	
Betula alba. L.	15 avril.	—	—	—	—	18 »	
» Alnus. L. (fl. mâles)	—	—	—	10 mars.			
Bignonia Catalpa. L.	—	16 juill.	—	2 juill.			
» radicans. L.	—	—	—	—	25 juill.		
Bryonia alba. L.	—	—	—	19 avril.			
» dioïca. Jacq.	—	—	—	—	20 mai.		
Buphthalmum cordifolium. L.	—	5 juill.					
Buxus sempervirens. L.	1 avril.	—	—	—	12 avril.	25 avril.	

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1867.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	VIENNE.	SALZBOURG.
Caltha palustris. L.	—	13 juin.					
Campanula Bocconii. L.	27 juin.						
» glomerata. L.	—	—	—	—	—	—	2 juin.
» persicifolia. L.	—	13 juin.	4 juin.	—	4 juin.	—	3 »
» trachelium. L.	—	—	—	—	—	—	2 juill.
Cardamine pratensis. L.	—	—	—	30 avril.	18 mars.	—	
Cassia marylandica.	—	—	—	—	20 août.		
Centaurea Cyanus. L.	12 juin.	8 juin.	25 mai.	3 juin.	—	—	30 mai.
» jacea. L.	—	—	—	—	—	—	4 juin.
Cerastium arvense. L.	22 mai.						
Cercis Siliquastrum. L.	—	15 mai.	12 mai.				
Cheiranthus Cheiri. L.	3 avril.	—	28 avril.	—	12 avril.		
Chelidonium majus. L.	—	—	7 mai.	—	26 »		
Chrysanthemum Leucanthemum. L.	—	28 juill.	2 »	—	20 mai.	14 mai.	
Chrysocoma Linosyris. L.	—	—	—	—	15 août.		
Clematis viticella. Willd.	23 juin.						
Colchicum autumnale. L.	—	28 août.	20 sept.	3 sept.	20 août.	—	8 août.
Colutea arborescens. L.	—	15 mai.	29 mai.	—	10 mai.		
Convallaria majalis. L.	30 avril.	9 »	—	—	7 »		
Convolvulus arvensis. L.	—	—	—	—	9 juin.	—	13 juin.
» sepium. L.	—	—	—	—	15 »	—	23 »
Corchorus japonicus. L.	16 avril.	15 avril.	23 avril.	—	18 avril.		
Cornus Mas. L.	10 févr.	10 mars.	—	—	15 févr.	31 mars.	
» sanguinea. L.	—	—	14 mai.	—	6 juin.	16 mai.	
Corydalis digitata. L.	—	—	—	—	15 mars.		
Corylus Avellana. L.	2 févr.	10 févr.	—	6 févr.	1 févr.		
Cratægus coccinea. L.	—	16 mai.					
» oxyacantha. L.	4 mai.	10 »	10 mai.	4 mai.	6 mai.	8 mai.	
Crocus mœsiacus. Sims.	—	—	—	—	13 févr.		
» sativus. L.	—	—	—	6 févr.			
» vernus. Sw.	10 févr.	15 mars.	—	—	15 févr.		
Cynoglossum omphalodes. L.	—	15 »					
Cytisus Laburnum. L.	6 mai.	4 mai.	18 mai.	—	12 mai.	7 mai.	
Daphne Laureola. L.	—	16 mars	—	—	18 févr.		
» Mezereum. L.	6 févr.	14 févr.	—	4 mars.	1 janv.	10 févr.	
Delphinium Ajacis. L.	25 juin.						
Dianthus barbatus. L.	10 »						
» europæus.	12 »						
Diclytra formosa.	15 avril.						
Dictamnus albus. L.	—	—	1 juin.	—	20 mai.	—	29 mai.
» Fraxinella. L.	4 juin.						

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1867.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	VIENNE.	SALZBOURG.
Digitalis purpurea. L.	4 juin.	14 juin.	12 juin.	—	4 juin.	4 juin.	
Dodecatheon Meadia. L.	6 mai.						
Echinops sphærocephalus. L.	—	25 juill.	—	—	6 juill.	—	6 août.
Epilobium spicatum. Lam.	—	26 juin.					
» montanum. L.	—	—	—	—	—	—	9 juin.
Erica vulgaris. L.	—	16 août.	—	—	20 juill.	—	29 juill.
Euphrasia officinalis. L.	—	—	—	—	—	—	13 juin.
Evonymus europæus. L.	3 mai.	13 mai.	—	—	16 mai.	9 mai.	
Fragaria vesca. L. (β *Hortens.*).	2 »	5 »					
Fraxinus excelsior. L.	—	9 »					
Fritillaria imperialis. L.	—	17 avril.	—	—	10 avril.	21 avril.	
Galanthus nivalis. L.	2 févr.	8 févr.	7 mars.	20 janv.	1 févr.		
Genista juncea. L.	1 juin.						
Gentiana cruciata. L.	—	1 juin.					
Geranium macrorhizum. Willd.	10 mai.						
» pratense. L.	—	30 mai.	—	—	2 juin.		
» sanguineum. L.	—	—	—	—	6 mai.	—	4 juin.
Gilia Achillæa	25 mai.						
Gladiolus communis. L.	15 juin.	15 juin.					
Glechoma hederacea. L.	—	—	—	—	16 avril.		
Glycine sinensis. L.	7 mai.	13 mai.	5 mai.	—	10 mai.		
Hedera Helix. L.	—	—	—	—	20 sept.		
Hedysarum Onobrychis. L.	—	—	—	—	11 mai.		
Helleborus fœtidus. L.	—	15 févr.	21 févr.	—	30 janv.		
» hiemalis. L.	—	25 »	—	—	30 »		
» niger. L.	—	1 janv.	3 mars.	—	1 »		
» viridis. L.	—	25 févr.	—	—	30 »		
Hemerocallis cœrulea. Andr.	—	12 juill.	—	—	6 juill.		
» flava. L.	31 mai.	29 mai.	28 mai.	—	10 juin.		
» fulva. L.	—	20 juin.	—	—	26 »	—	15 juin.
Hyacinthus botryoïdes. L.	26 mars.	—	—	—	18 mars.		
Hibiscus syriacus. L.	—	—	25 août.	—	24 juill.		
Hieracium aurantiacum. L.	—	4 juin.	—	—	6 juin.		
Hyacinthus orientalis. L.	26 mars.	2 avril.	—	—	3 avril.		
Hydrangea arborescens. L.	—	—	—	—	22 juin.		
» hortensis. Sm.	—	10 août.					
Hypericum perforatum. L.	—	15 juin.	6 juin.	—	20 juin.	—	23 juin.
» quadrangulum. L.	—	—	—	—	—	—	28 »
Iberis sempervirens. L.	15 avril.	20 avril.	3 mai.	—	6 avril.		
Ilex Aquifolium. L.	—	10 mai.	15 »	—	4 mai.		
Iris germanica. L.	13 mai.	10 »	28 »	—	20 »		

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1867.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-LEZ-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	VIENNE.	SALZBOURG.
Iris pumila. L.	21 avril.	18 avril.	—	—	4 Mai.		
Juglans regia. L.	—	—	—	—	—	30 avril.	
Lamium album. L..	—	16 avril.	—	—	16 avril.		
Lathyrus silvestris. L.	—	—	—	—	—	—	27 juin.
Leontodon Taraxacum. L.	12 avril.	22 mars.	30 mars.	—	10 févr.	22 avril.	
Ligustrum vulgare. L.	—	11 juin.	18 juin.	—	20 juin.	—	2 juin.
Lilium candidum. L.	—	16 »	12 »	—	28 »	—	28 »
» croceum.	14 juin.						
» flavum. L.	—	—	—	—	15 juin.		
Liriodendron tulipifera. L.	—	17 juin.	18 juin.				
Lonicera Caprifolium. L.	30 mai.						
» pallida. L.	25 »						
» Periclymenum. L.	—	6 juin.	10 juin.	20 mai.	28 mai.		
» symphoricarpos. L.	30 mai.	2 »	—	—	30 »		
» tatarica. L.	24 mars.	2 avril.	—	—	9 avril.		
» Xylosteum. L.	—	4 mai.	—	—	6 mai.		
Lychnis chalcedonica. L.	—	14 juin.	21 juin.	—	24 juin.		
Lysimachia nemorum. L.	—	—	7 »				
» nummularia. L.	—	—	—	—	—	—	13 juin.
» vulgaris. L.	—	—	—	—	—	—	14 juill.
Lythrum Salicaria. L.	—	14 juin.	5 juill.	—	22 juin.	—	16 juin.
Magnolia grandiflora. L.	22 avril.						
» tripetala. L.	—	9 avril.	—	—	20 avril.		
» Yulan. Desf.	—	—	—	—	23 »		
Malva sylvestris. L.	—	20 juin.	14 juill.	—	14 »		
» Tournefortii.	8 juin.						
Melissa officinalis. L.	—	5 août.	18 juill.	—	10 juill.		
Mentha piperita. L.	—	10 »	—	—	—	—	11 août.
» sylvestris. L.	—	—	—	—	—	—	15 juill.
Mespilus germanica. L.	—	—	19 mai.	—	20 mai.		
Mitella grandiflora. Pursch.	—	10 mai.					
Morus nigra. L.	—	—	—	7 juin.			
Narcissus Jonquilla. L.	—	2 mai.					
» poeticus. L.	16 avril.	20 avril.	10 mai.	—	25 avril.	7 mai.	
» pseudo-narcissus. L.	23 »	20 »					
Nymphæa alba. L.	—	—	20 juin.	—	—	—	13 juin.
» lutea. L.	—	—	—	—	2 juill.		
Ornithogalum umbellatum. L.	—	28 avril.	—	—	20 mai.		
Orobus vernus. L.	—	—	10 avril.				
Oxalis acetosella. L.	—	—	—	—	24 mars.		

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1867.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	VIENNE.	SALZBOURG.
Oxalis stricta. L.	—	—	—	—	6 juin.		
Pachysandra procumbens. Nich.	3 févr.						
Papaver bracteatum. L.	3 juin.	27 mai.					
» orientale. L.	—	14 juin.	—	—	2 juin.		
» Rhœas. L.	22 juin.	—	24 mai.	—	22 mai.	—	4 juin.
» somniferum. L.	—	—	—	—	—	—	22 »
Philadelphus coronarius. L.	20 mai.	23 mai.	15 mai.	—	28 mai.	16 mai.	
Phlox verna. L.	28 avril.	—	15 »				
Physalis Alkekengi. L.	—	28 mai.	10 juin.	—	—	—	29 mai.
Plantago major. L.	—	1 juin.					
Pœonia officinalis. L.	14 mai.	18 mai.	18 mai.	—	—	11 mai.	
Polemonium album. L.	3 juin.						
» cœruleum. L.	—	7 juin.	—	—	17 mai.		
Polygonum Bistorta. L.	—	10 mai.	—	—	26 »		
Populus alba. L.	—	12 mars.	—	15 mars.			
» fastigiata. Poir.	—	2 avril.	—	—	15 avril		
Potentilla alba. L.	1 avril.						
Primula Auricula. L.	4 »						
» elatior. L.	—	—	—	—	10 mars.		
» veris. L.	—	22 mars	—	—	1 janv.		
Prunus armeniaca. L. (β *abric.*)	—	—	18 avril.	6 avril.	28 mars.		
» Cerasus. L. (β *bigarr. n.*)	16 avril.	18 avril.	27 »	—	8 avril.	23 avril.	
» domestica. L. (β *g. dam. v.*)	15 »	—	—	—	12 »	21 »	
» Padus. L.	—	29 avril.	25 avril.	—	—	25 »	
» spinosa. L.	22 avril.	—	5 »	—	12 avril.	23 »	
Ptelea trifoliata. L.	—	—	6 juin.				
Pulmonaria officinalis. L.	—	27 avril.	3 mai.	—	25 mars.		
Pyrus communis. L. (β *berg.*)	14 avril.	18 »	—	8 avril.	9 avril.	24 avril.	
» Cydonia. L.	—	—	13 mai.				
» japonica. L.	25 févr.	28 mars.	—	8 avril.	10 mars.		
» Malus. L. (β *calv. d'été.*)	22 avril.	23 avril.	29 avril.	—	18 avril.	26 avril.	
» spectabilis. Ait.	—	23 »	27 »				
Ranunculus aconitifolius.	10 mai.						
» acris. L. (*fl. simpl.*)	10 »	15 mai.					
» » (*fl. plen.*)	—	—	25 mai.	—	10 mai.		
» aquatilis. L.	—	—	—	2 avril.	—		
» Ficarius. L.	—	28 mars.	—	—	26 févr.		
Rhamnus Frangula. L.	—	—	—	—	15 mai.		
Rheum undulatum. L.	—	22 mai.	18 mai.				
Rhododendron ponticum. L.	—	18 »	—	—	20 mai.		
Rhus Cotinus. L.	—	—	2 juin.				

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1867.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-les-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	VIENNE.	SALZBOURG.
Ribes alpinum. L.	—	26 mars.	—	—	21 mars.		
» Grossularia. L. (*Fr. vir.*)	2 avril.	4 avril.	—	6 avril.	25 »		
» nigrum. L.	16 »	4 »	26 avril.				
» palmatum. Hort.	1 »						
» rubrum. L.	30 mars	12 avril.	18 avril.	—	25 mars.		
Robinia Caragana. Hérit.	6 mai.						
» pseudo-Acacia. L.	30 »	—	29 mai.	—	26 mai.	17 mai.	
Rosa canina. L.	—	—	—	—	—	—	31 mai.
» centifolia. L.	30 mai.	9 juin.	—	—	10 juin.	—	4 juin.
» gallica. L.	—	17 »	—	—	10 »		
Rubus Idæus. L.	18 mai.	28 mai.	—	—	—	12 mai.	
Ruta graveolens. L.	—	17 juin.	—	—	10 juin.	—	30 mai.
Salix capræa. L.	—	—	6 mai.	—	20 mars.		
Salvia officinalis. L.	—	8 juin.	—	—	2 juin.	—	30 mai.
Sambucus nigra. L.	30 mai.	24 »	31 mai.	23 mai.	20 mai.	16 mai.	
» racemosa. L.	28 »	15 avril.	—	—	28 avril.		
Sanguinaria canadensis. L.	—	15 »	1 mai.				
Saxifraga crassifolia. L.	22 févr.	15 »	10 »	—	24 mars.		
» umbrosa. L.	1 mai.						
Scabiosa arvensis. L.	—	10 juin.	—	—	6 juin.	—	4 juin.
» Succisa. L.	—	16 »	—	—	—	—	5 août.
Scrophularia nodosa. L.	—	20 mai.	—	—	23 mai.	—	4 juin.
Sedum acre. L.	18 juin.	12 juin.	14 juin.	—	10 juin.	—	12 »
» album. L.	—	16 »	—	—	24 »	—	4 juill.
» Telephium. L.	—	20 juill.	—	—	4 août.		
Silene inflata.	—	—	—	—	—	—	2 juin.
Solanum dulcamara. L.	—	2 mai.	10 juin.	—	4 juin.	—	1 »
» tuberosum. L.	—	—	—	—	—	—	26 »
Sorbus aucuparia. L.	—	28 avril.	12 mai.	—	9 mai.		
Spartium scoparium. L.	—	—	—	—	1 »		
Spiræa Aruncus. L.	—	—	14 juin.				
» Bella.	—	15 juin.					
» filipendula. L.	—	22 »	—	—	20 juin.	—	4 juin.
» hypericifolia. L.	10 mai.	—	—	3 mai.			
» lævigata. L.	—	18 juin.					
» macrophylla.	—	—	20 juin.				
» salicifolia.	12 juin.						
» sorbifolia. L.	25 »						
Staphylea pinnata. L.	—	22 avril.	—	—	6 mai.		
Stachys sylvatica. L.	—	—	—	—	—	—	6 juin.
Statice Armeria. L.	—	16 mai.	16 mai.				

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1867.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUG-GE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	VIENNE.	SALZBOURG.
Symphytum asperrimum.	4 mai.						
» officinale. L.	—	20 mai.	5 mai.	—	20 mai.	9 mai.	
Syringa persica. L.	26 avril.	5 »	9 »	—	28 avril.		
» vulgaris. L.	25 »	27 avril.	7 »	12 mai.	26 »	27 avril.	
Taxus baccata. L.	—	—	—	—	20 févr.		
Thymus Serpillum. L.	—	10 avril.	—	—	9 juill.		
» vulgaris. L.	—	—	1 juin.				
Tiarella cordifolia. L.	—	1 mai.	—	—	1 mai.		
Tilia americana. L.	—	—	24 juin.				
» europæa. L.	8 juin.						
» microphylla. Vent.	—	—	—	—	—	—	24 juin.
Tradescantia virginica. L.	5 juin.	20 mai.	27 mai.	—	3 juin.		
Trifolium pratense. L.	—	1 »	—	—	10 mai.	10 mai.	
Triticum sativum. L. (β *hyber.*)	—	—	—	—	—	—	5 juin.
Trollius europæus. L.	3 mai.	6 mai.	—	—	1 mai.		
Tulipa Gesneriana. L.	27 avril.	6 »	—	—	1 »		
Tussilago Farfara. L.	—	—	—	23 mars.	16 févr.		
» fragans. Willd.	—	28 févr.					
Ulmus campestris. L.	—	30 mars.	6 avril.	—	19 févr.		
Vaccinium Myrtillus. L.	—	—	30 »	—	1 mai.		
Valeriana rubra. L.	1 juin.	26 mai.	—	—	15 »		
Veratrum nigrum. L.	—	10 juin.	—	—	23 juill.		
Verbascum nigrum. L.	—	—	—	—	—	—	23 juin.
Verbena officinalis. L.	—	—	—	—	17 juin.		
Veronica gentianoïdes. L.	—	13 mai.	15 mai.	—	11 mai.		
» spicata. L.	—	17 juin.	—	—	22 juin.		
» Teucrium. Riv.	20 mai.	—					
Viburnum Lantana. L.	—	7 mai.	7 mai.	—	28 avril.		
» Opulus. L. (*fl. simpl.*)	12 mai.	13 »	2 »	—	14 mai.	12 mai.	
» » (*fl. plen.*)	—	—	7 »	—	12 »	8 »	
Vinca minor. L.	23 mars.	20 mars.	24 »	—	12 mars.		
Viola odorata. L.	23 »	9 »	27 mars.	3 mars.	25 janv.		
Vitis vinifera. L.	13 juin.						
Waldsteinia geoïdes. Kit.	—	14 avril.	—	—	10 avril.		

NOMS DES PLANTES. (*Fructification*, 1867.)	BRUXELLES. — (M. Ad. Quetelet.)	ANVERS. — (M. Acar.)	GENDBRUGGE-lez-Gand. — (M. Rodigas.)	OSTENDE. — (M. Lansweert.)	VIENNE. — (M. Fritsch.)	SALZBOURG. — (M. Fritsch.)
Acer pseudo-Platanus. L.	—	29 août.				
Achillea millefolium. L.	—	7 sept.	20 juin.	—	—	24 août.
Aconitum Napellus. L.	—	20 août.				
Æsculus Hippocastanum. L.	—	24 oct.	15 oct.	10 oct.	—	15 sept.
Ajuga reptans. L.	—	20 juin.				
Alcea rosea. L.	—	15 août.				
Amygdalus persica. L.	—	—	—	29 août.		
Antirrhinum majus. L.	—	15 août.				
Astrantia major. L.	—	29 juill.	—	—	—	12 juill.
Berberis vulgaris. L.	—	18 août.	—	—	—	10 août.
Betula alba. L.	—	9 juill.	—	27 août.		
Campanula persicifolia. L.	—	7 juin.				
Chelidonium majus. L.	—	7 »	—	—	—	15 juin.
Convallaria maïalis. L.	—	12 août.				
Cornus mas. L.	—	12 »				
Corylus Avellana. L.	—	20 »	18 sept.	14 sept.		
Cratægus oxyacantha. L.	—	18 sept.				
Cytisus Laburnum. L.	—	15 »				
Daphne Mezereum. L.	—	12 juill.	—	5 juill.	—	13 juin.
Digitalis purpurea. L.	—	25 juin.	—	—	—	17 juill.
Fagus sylvatica. L.	—	10 sept.				
Fragaria vesca. L. (β *hortens.*).	7 juin.	25 mai.	—	—	—	3 juin.
Gladiolus communis. L.	—	9 août.				
Hippophaës rhamnoïdes. L.	—	—	—	17 août.		
Hypericum perforatum. L.	—	30 août.				
Juglans regia. L.	—	27 sept.	5 oct.	27 sept.	—	18 sept.
Leontodon Taraxacum. L.	—	—	—	—	6 mai.	
Ligustrum vulgare. L.	—	—	10 oct.	—	—	28 août.
Lonicera Periclymenum. L.	—	8 oct.	—	2 oct.		
Malva sylvestris. L.	—	26 juill.	—	—	—	17 juill.
Melissa officinalis. L.	—	—	20 sept.			
Mespilus germanica. L.	—	—	21 oct.			
Morus nigra. L.	—	20 août.	15 août.	10 août.	—	4 juin.
Orobus vernus. L.	—	13 juin.				
Papaver bracteatum. L.	—	9 juill.				
Physalis Alkekengi. L.	—	—	10 sept.			
Prunus Cerasus. L. (β *bigarr. n.*)	10 juin.	—	—	—	—	5 juill.
Pyrus communis. L.	—	28 sept.	—	29 août.		
» Malus. L.	—	—	—	—	—	10 août.
Quercus pedunculata. Willd.	—	—	—	—	—	31 »
Ribes Grossularia. L.	20 juin.	13 juill.	9 juill.	26 juin.	—	24 juill.

NOMS DES PLANTES. (*Fructification*, 1867.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-les-Gand.	OSTENDE.	VIENNE.	SALZBOURG.
Ribes nigrum. L.	—	2 juill.	10 juill.			
» rubrum. L.	27 juin.	30 juin.	14 »	—	—	15 juin.
Robinia pseudo-Acacia. L.	—	—	10 »		—	
Rosa canina. L.	—	—	—	—	—	20 août.
Rubus Idæus. L.	14 juin.	18 août.	—	—		8 juill.
Salvia officinalis. L.	—	20 juill.			—	
Sambucus nigra. L.	—	12 sept.	21 juill.	18 août.	—	1 août.
Secale cereale. L.	—	—	—	—	—	28 juin.
Sorbus aucuparia. L.	—	26 oct.	20 sept.	—		22 juill.
Syringa vulgaris. L.	—	15 sept.			12 mai.	
Ulmus campestris. L.	—	—	—	—		
Vaccinium Myrtillus. L.	—	—	—		—	
Viburnum Lantana. L.	—	—	—	—	—	31 juill.
» Opulus. L.	—	—	—	—		31 »
Viola odorata. L.	—	10 mai.				

NOMS DES PLANTES. (*Chute des feuilles*, 1867.)	BRUXELLES. — (M. Ad. Quetelet.)	ANVERS. — (M. Acar.)	GENDBRUGGE-les-Gand. — (M. Rodigas.)	OSTENDE. — (M. Lanswheert.)	NAMUR. — (M. Bellynck).
Acer campestre. L.	—	12 nov.	30 oct.	—	10 nov.
» pseudo-Platanus. L.	22 oct.	20 oct.	8 nov.	—	6 »
Æsculus Hippocastanum. L.	15 »	4 nov.	5 »	6 nov.	22 oct.
» lutea. Pers.	—	—	—	—	10 »
» Pavia. L.	—	—	—	—	22 »
Amygdalus communis. L.	—	15 nov.			
» persica. L. (β *mad.*).	6 nov.	—	—	14 nov.	10 nov.
Aristolochia Sipho. L.	—	—	1 oct.	—	12 oct.
Berberis vulgaris. L.	26 oct.	30 oct.	15 nov.	—	10 nov.
Betula alba. L.	22 »	20 »	20 »	4 nov.	6 »
» Alnus. L.	—	—	—	8 »	8 »
Bignonia Catalpa. L.	—	—	—	18 »	
» radicans. L.	—	—	—	—	4 nov.
Carpinus Betulus. L.	—	15 oct.	—	—	10 »
Cercis Siliquastrum. L.	—	—	—	—	12 »
Colutea arborescens. L.	—	—	25 oct.	—	4 »
Corchorus japonicus. L.	—	—	—	—	16 »

NOMS DES PLANTES. (*Chute des feuilles*, 1867.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUG-GE-les-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.
Cornus mas. L.	—	—	20 nov.	—	10 nov.
» sanguinea. L.	—	—	30 oct.	—	10 »
Corylus Avellana. L.	28 oct.	—	10 nov.	2 nov.	4 »
Cratægus oxyacantha. L.	3 nov.	22 oct	—	8 »	4 »
Cytisus Laburnum. L	24 oct.	1 nov.	10 nov.	—	20 »
Daphne Mezereum. L.	—	—	—	18 oct.	10 »
Evonymus europæus. L.	—	15 nov.	15 nov.	—	10 »
Fagus Castanea. L.	—	—	—	—	6 »
» sylvatica. L.	—	26 nov.	—	—	12 »
Fraxinus excelsior. L.	—	28 »	—	—	6 »
» nigra.	1 nov.				
Gingko biloba. L	—	—	7 nov.	—	2 nov.
Glycine sinensis. L.	15 nov.	18 nov.	20 »	—	15 »
Gymnocladus canadensis Lam.	—	—	—	—	14 oct.
Hippophaës rhamnoïdes. L.	—	—	—	12 nov.	15 nov.
Hydrangea arborescens. L.	—	—	—	—	2 »
Juglans nigra. L.	—	—	—	3 nov.	
» regia. L.	28 oct.	—	9 nov.	—	1 nov.
Ligustrum vulgare. L.	—	—	—	—	25 »
Liriodendron tulipifera. L.	—	—	12 nov.		
Lonicera Periclymenum. L.	—	20 oct.	—	20 nov.	1 nov.
» symphoricarpos. L.	—	—	—	—	12 »
» tatarica. L.	—	—	—	—	14 oct.
» Xylosteum. L.	—	—	—	—	15 nov.
Magnolia Yulan. Desf.	—	—	3 déc.		
Mespilus germanica. L.	—	—	20 nov.	—	15 nov.
Morus alba. L.	12 nov.	—	—	—	12 »
» nigra. L.	—	15 nov.	—	30 oct.	12 »
Philadelphus coronarius. L.	27 oct.	—	—	—	6 »
Pinus Larix. L.	—	—	—	—	2 »
Platanus occidentalis. L.	—	18 oct.	2 déc.	—	4 »
Populus alba. L.	28 oct.	6 nov.	5 nov.	10 nov.	
» fastigiata. Poir.	30 »	16 »	3 »	—	6 nov.
Prunus armeniaca. L. (β *abric.*).	—	21 »	1 déc.	3 nov.	6 »
» Cerasus. L. (*big. noir.*)	28 oct.	20 oct.	—	—	2 »
» domestica. L. (β *gr. dam. v.*).	26 »	20 »	—	—	6 »
» Padus. L.	—	15 oct.	27 oct.	—	1 »
Ptelea trifoliata. L.	—	—	15 nov.	—	3 déc.
Pyrus communis. L. (β *bergam.*).	1 nov.	27 oct.	3 »	29 oct.	3 nov.
» Cydonia. L.	—	—	25 oct.	4 nov.	
» japonica. L.	—	8 nov.	—	—	26 oct.

NOMS DES PLANTES. (*Chute des feuilles*, 1867.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUG-GE-les-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.
Pyrus Malus. L. (β *calville d'été*)	26 oct.	30 oct.	25 nov.	—	1 nov.
Quercus pedunculata. Willd.	5 nov.	—	—	—	20 »
» sessiliflora. Sm.	—	18 nov.	—	—	20 »
Rhamnus catharticus. L.	—	—	—	—	10 »
» Frangula. L.	—	—	—	—	10 »
Rhus Cotinus. L.	—	—	10 nov.		
» typhinum. L.	—	15 oct.			
Ribes alpinum. L.	—	—	—	—	10 nov.
» Grossularia. L.	23 oct.	22 oct.	12 nov.	10 nov.	10 »
» nigrum. L.	—	22 »	18 »	—	10 »
» rubrum L.	20 oct.	22 »	15 »	—	10 »
Robinia pseudo-Acacia. L.	23 »	20 »	2 »	—	10 »
Rosa centifolia. L.	—	18 nov.	—	—	20 »
» gallica. L.	—	—	—	—	20 »
Rubus Idæus. L.	25 oct.	29 nov.	15 nov.		
Salix alba. L.	—	29 oct.	15 »	25 nov.	8 nov.
Sambucus nigra. L.	26 oct.	—	1 »	19 »	20 oct.
» racemosa. L.	—	—	—	—	20 »
Sorbus aucupara. L.	—	8 nov.	—	—	6 nov.
Spiræa hypericifolia. L.	—	12 »	—	12 nov.	
» Aruncus. L.	—	—	10 sept.		
Staphylea pinnata. L.	—	12 nov.	7 nov.	—	4 nov.
Syringa persica. L.	25 oct.	15 oct.	—	—	6 »
» rothomagensis. Hort.	—	—	—	—	6 »
» vulgaris. L.	27 oct.	18 oct.	30 oct.	8 nov.	6 »
Tilia parvifolia. Hoffm.	—	6 nov.			
» platyphylla. Vent.	25 oct.	15 »	8 nov.	—	2 nov.
Ulmus campestris. L.	25 »	30 oct.	7 »	—	12 »
Vaccinium Myrtillus. L.	—	—	—	—	2 »
Viburnum Lantana. L.	—	—	13 nov.	—	1 déc.
» Opulus. L. (*fl. simpl.*)	—	25 oct.	—	—	10 nov.
» » (*fl. plen.*)	—	—	—	—	10 »
Vitex incisus. L.	—	—	—	—	20 oct.
Vitis vinifera. L. (β *chass. doré.*)	4 nov.	—	4 nov.	5 nov.	4 nov.

PHÉNOMÈNES PÉRIODIQUES NATURELS.

RÈGNE ANIMAL.

Observations faites à Melle, près de Gand, en 1867, par M. le professeur BERNARDIN.

OISEAUX.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Février	7.	*Corvus pica.* S'apparie.
	14.	*Fringilla domestica.* S'apparie.
	14.	*Alauda arvensis.* Chante.
	15.	*Fringilla cœlebs.* Chante.
	15.	*Turdus merula.* Chante.
	28.	*Anser segetum.* Passe, allant vers le N.
Mars	1.	*Anser segetum.* Passe, allant vers le N.
	9 et 15.	*Vanellus cristatus.* Passe.
	16.	*Corvus corone* et *C. cornix.* Passent.
	18.	*Larus ridibundus.* Passe.
	23 et 26.	*Ardea cinerea.* Séjourne.
Avril	1.	*Corvus corone.* Vu une dernière fois.
Avril	1.	*Fringilla domestica.* Nidifie.
	2.	*Sturnus vulgaris.* Nidifie.
	9.	*Hirundo rustica.* Arrive.
	9.	*Numenius phæopus.* Passe.
	15.	*Sylvia luscinia.* Arrive.
	16.	*Emberiza citrinella.* Chante.
	16.	*Sylvia atricapilla.* Chante.
	17	*Sylvia luscinia.* Chante.
	19.	*Cuculus canorus.* Arrive.
	28.	*Sylvia garrula.* Chante.
	28.	*Cypselus apus.* Arrive.
Mai	5.	*Sylvia hypolaïs.* Arrive.

Mai 5. *Hirundo rustica*. Nidifie.
6. *Sylvia hypolaïs* Chante.
6. *Oriolus galbula*. Chante.
7. *Sylvia luscinia*. Un œuf.
19. *Rallus crex*. Arrive.
22. *Fringilla domestica*. Petits.
Mai 24. *Fringilla cœlebs*. Petits volent.
30. *Muscicapa grisola*. Petits.
Juin 1. *Troglodytes europæus*. Petits volent.
5. *Sylvia luscinia*. Petits volent.
29. *Astur palumbarius*. Passe.

PÉRIODE D'AUTOMNE.

Juillet 3. *Turdus merula*. Petits, 2e fois.
31. *Cypselus apus*. Parti.
Août 1. *Ciconia alba*. Passe.
1. *Hirundo urbica*. S'assemble.
3. *Ardea cinerea*. Passe.
8. *Cypselus apus*. Vu encore deux individus.
13. *Hirundo urbica*. S'assemble.
22. *Ciconia alba*. Passe.
25. *Sturnus vulgaris*. Passe en troupes.
Septembre 4. *Sylvia luscinia*. Vu une dernière fois.
Septembre 20. *Hirundo urbica*. Départ.
24. — *rustica* S'assemble.
24. *Motacilla alba*. Sur les toits.
26. *Corvus corone*. Arrive.
26. — *cornix*. Arrive.
Octobre 4. *Hirundo rustica*. S'assemble.
du 7 au 15. — Départ.
16 et 17. — Vu encore quelques-unes.
Novembre 24. *Anser segetum*. Passe.
24. *Anas boschas*. Passe.

MAMMIFÈRES.

Mars 14. *Vespertilio pipistrellus*. Réveil.
Octobre 13. — — Vole encore.

REPTILES.

Février 15. *Triton cristatus*. Réveil.

POISSONS.

Février 13. *Cyprinus auratus*. A la surface.
Avril 15. — — Fraient.

INSECTES.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Février 15. *Colias Rhamni*. Vole.
16. *Gyrinus natator*. Parait.
24. *Melolontha vulgaris*. Sort de terre.
Mars 24. *Apis mellifica*. Vole.
26. *Vanessa urticæ*. Vole.
26. *Polyommatus argiolus*. Vole.

Avril 12. *Vanessa urticæ*. Vole.
17. *Crioceris merdigera*. Paraît.
18. *Coccinella Bipunctata*. Paraît.
18. *Bombus terrestris*. Vole.
20. *Colias Rhamni*. Vole en quantité.
25. *Pieris Brassicæ*. Vole.
27. *Staphylins*.
30. Chute d'une multitude de petites mouches noires pendant une pluie d'orage.

Mai 3. *Satyrus Œgeria*. Vole.
4. *Agrion minium*. Vole.
4. *Melolontha vulgaris*. Vole.
5. *Pieris cardamines*. Vole.
5. *Elater murinus*. Parait.
7. *Vanessa Io*. Vole.

Juin 1. *Agrion puella*. Vole.
1. — *minium*. Vole.
2. Chenilles de *Fidonia* sur les groseilliers.
29 et 30. *Staphylins*.

PÉRIODE D'AUTOMNE.

Juillet 16. *Æschna maculatissima*. Vole.

Août 11 et 12. *Staphylins*.
14. *Pieris Brassicæ*. En abondance.
19. *Staphylins*.

Septembre 19. *Aphis*. Passe.

Octobre 15. *Vanessa urticæ*. Vole.
15. *Coccinella bipunctata*. Vole.
25. *Colias Rhamni*. Vole.
25. *Vanessa atalanta*. Vole.

Observations faites à Ostende, en 1867, par M. ÉDOUARD LANSZWEERT, pharmacien.

MAMMIFÈRES.

Janvier 2. *Talpa europœa*. Apparaît.

Avril 16. *Vespertilio pipistrellus*. Réveil.

OISEAUX.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Janvier 2. *Emberiza nivalis*. Arrive par bandes.
2, 3, 6 et 7. *Charadrius pluvialis*. Passe pendant ces quatre nuits.
4 et 5. *Anser segetum*. Passe par bandes innombrables du SO. au NE.
5 et 6. *Gallinago scolopacinus*. Arrive en masse.
10. *Alcedo ispida*. Vu quelques individus.

Janvier 12. *Hœmatopus ostralegus*. A 2 h. après midi, passe par bandes du NE. au SO.
15. *Anas boschas* et *Anas penelope*. Passage considérable.
15. *Sula bassana*. Un individu arrivé à la plage ouest.
16. *Scolopax rusticola*. Vu quelques individus.

Janvier 22. *Cycnus musicus.* Trois bandes allant vers le NO.
22 au 25. *Anser segetum.* Grand passage.
Février 21. *Fuligula nigra.* Arrive par bandes.
21. *Anser segetum.* Quelques bandes vont de l'O. à l'E.
22. *Charadrius pluvialis.* Passe, allant vers le SE.
Mars 7. *Anser segetum.* Passe en masse de l'O. à l'E.
13, 14 et 15. *Anser segetum.* Des bandes innombrables se dirigent de l'O. à l'E.
19 et 20. *Anser segetum* et *Ardea cinerea.* Passent.
20. *Motacilla alba.* Arrive.
Avril 1 et 2. *Corvus cornix.* Départ.
Avril 10. *Hirundo urbica.* Vu un individu.
10. *Ruticilla phœnicurus.* Arrive.
10. *Turdus torquatus.* Arrive.
15 et 16. *Hirundo urbica.* Arrive.
24. *Cypselus apus.* Arrive.
24. *Corvus monedula.* Construisent leur nid dans la tour de l'église.
29 et 30. *Scolopax calidris. Lath?* (Chevalier à pattes rouges). Passe le soir.
30. *Cuculus canorus.* Chante.
Mai 1. *Scolopax calidris.* Passe le soir.
16. *Muscicapa griseola.* Vu un individu.
17, 18 et 28. *Scolopax calidris.* Arrive en masse.
30. *Anser segetum.* Des bandes passent de l'O. à l'E.

PÉRIODE D'AUTOMNE.

Septembre 2. *Cypselus apus.* Départ.
19 et 20. *Hirundo urbica.* Rassemblement.
21. *Larus marinus.* Arrive.
21 et 22. *Hirundo urbica.* Départ général.
28. *Scolopax calidris.* Arrive.
Octobre 13. *Corvus cornix.* Arrive.
14. *Fringilla carduelis. Lath.* Arrive.
16. *Fringilla cœlebs.* Des bandes considérables vont de l'E. à l'O.
Octobre 24 et 25. *Grus cinerea.* Passage la nuit et le jour, vers l'O.
30. *Scolopax rusticola.* Arrive.
Novembre 2. *Anas boschas.* Passe.
2. *Parus ater.* Arrive.
22 et 23. *Numenius torquata* et *Anas Penelope.* Passent.

REPTILES.

Mars 2. *Rana temporaria.* Réveil.
17. *Lacerta vivipara.* Réveil.
Mars 26. *Rana temporaria.* Ponte.
Avril 2. — — Éclosion des œufs

POISSONS.

Juin 16. *Scomber scombrus.* Apparait.
Octobre 12. *Clupea harangus.* Apparait.

INSECTES.

Avril 6. *Meloë maïalis.* Apparaît.
23. *Bibio hortulanus.* Apparait.
Mai 2. *Melolontha vulgaris.* Apparait.
Juin 29. *Melolontha fullo.* Vole.

Observations faites à Waremme, en 1867, par M. DE SELYS-LONGCHAMPS.

OISEAUX.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Mars 17. ***Motacilla alba.*** Arrivée.
24. — ***flava.*** Arrivée.
26. ***Ruticilla tithys.*** Arrivée (Liége).
26. ***Sylvia rufa.*** Arrive.
Avril 3.} 7.} ***Hirundo rustica.*** Arrivée.
7. ***Phyllopneuste rufa.*** Arrivée.
9. ***Sylvia atricapilla.*** Arrivée.
9. ***Ruticilla luscinia*** Arrivée.
Mai 3. ***Cypselus apus.*** Arrivée (Liége).
11. ***Hypolaïs icterina.*** Arrivée (Liége).

Observations faites à Vienne, en 1867, par M. CHARLES FRITSCH.

OISEAUX ET INSECTES.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Mars 27. ***Apis mellifica.*** Vole.
27. ***Eristalis ænea.*** Vole.
Avril 11. ***Hirundo rustica.*** Arrive.
13. ***Bombus terrestris.*** Vole.
22. ***Hirundo urbica.*** Arrive.
23. ***Rhizotrogus æquinoctialis.*** Vole.
25. ***Gonopteryx Rhamni.*** Vole.
25. ***Ammophila sabulosa.*** Vole.
25. ***Triton cristatus.*** Apparaît.
25. ***Lissotriton punctatus.*** Apparaît.
25. ***Lacerta agilis.*** Apparaît.
25. ***Dorcadion morio.*** Apparaît.
25. ***Vespa germanica.*** Vole.
27. ***Helix hortensis.*** Apparaît.
Avril 27. ***Vanessa C. album.*** Vole.
27. ***Bombus lapidarius.*** Vole.
Mai 6. ***Syrphus Pyrastri.*** Vole.
6. ***Crioceris Asparagi.*** Apparaît.
7. ***Pieris Brassicæ.*** Vole.
9. ***Vanessa Atalanta.*** Vole.
9. ***Cantharis rustica.*** Apparaît.
9. ***Syromastes marginatus.*** Apparaît.
9. ***Bibio hortulanus.*** Apparaît.
12. ***Libellula quadrimaculata.*** Vole.
13. ***Malachius æneus.*** Apparaît.
18. ***Syritta pipicus.*** Vole.
18. ***Macroglossa Stellatarum.*** Vole.

Observations faites à Salzbourg, en 1867, par M. Charles Fritsch.

OISEAUX ET INSECTES.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Mai 20. *Phyllopertha horticola.* Apparait.
Juin 3. *Hoplia squamosa.* Apparait.
3. *Colias Hyale.* Vole.
3. *Anabolia furcata.* Vole.
4. *Trichodes apiarius.* Apparait.
6. *Tipula gigantea.* Vole.
7. *Sargus cuprarius.* Vole.
9. *Lampyris splendidula.* Vole.
10. *Vanessa Cardui.* Vole.
11. *Lygæus equestris.* Apparaît.
11. *Mordella aculeata.* Apparait.
12. *Agrion elegans.* Vole.
12. *Platycnemis pennipes.* Vole.
13. *Arge Galatea.* Vole.
Juin 18. *Aclimonia Tanaceti.* Apparaît.
19. *Limenitis Populi.* Vole.
20. *Plusia Gamma.* Vole.
22. *Trichius fasciatus.* Apparaît.
22. *Zygæna Filipendulæ.* Vole.
23. *Vanessa C. album.* Vole.
30. *Ragonycha melanura.* Apparaît.
30. *Epinephele Janira.* Vole.
Juillet 1. *Locusta cantans.* Pépie.
2. *Apatura Iris.* Vole.
13. *Tropicoris rufipes.* Apparaît.
Août 2. *Sphinx Convolvuli.* Vole.
14. *Thecla Betulæ.* Vole.

PÉRIODE D'AUTOMNE.

Juin 11. *Cantharis rustica.* Disparaît.
16. *Anabolia furcata.* Disparait.
Juillet 1. *Antocharis cardamines.* Disparaît.
4. *Platycnemis pennipes.* Disparait.
12. *Libellula quadrimaculata.* Disparait.
18. *Hoplia squamosa.* Disparait.
22. *Lacon murinus.* Disparait.
23. *Osmylus chrysops.* Disparait.
24. *Mordella aculeata.* Disparait.
25. *Aporia Cratægi.* Disparait.
Août 5. *Arge Galatea.* Disparaît.
7. *Chrysomela fastuosa.* Disparait.
12. *Cryptocephalus sericeus.* Disparait.
12. *Calopteryx virgo.* Disparaît.
14. *Ragonycha melanura.* Disparait.
20. *Lygæus saxatilis.* Disparait.
Août 27. *Vanessa Antiopa.* Disparait.
30. *Argynnis Paphia.* Disparait.
31. *Syrphus Pyrastri.* Disparait.
31. *Vanessa Cardui.* Disparaît.
Septembre 2. *Trichodes apiarius.* Disparaît.
3. *Panorpa communis.* Disparaît.
8. *Tipula oleracea.* Disparait.
8. *Vanessa C. album.* Disparaît.
10. *Cœnonympha Pamphilus.* Disparait.
10. *Lycæna Alexis.* Disparait.
12. *Sphinx Convolvuli.* Disparaît.
14. *Colias Hyale.* Disparait.
14. *Pieris Brassicæ.* Disparaît.
14. *Sargus cuprarius.* Disparait.
14. *Tropicoris rufipes.* Disparait.

OBSERVATIONS FAITES A DES ÉPOQUES DÉTERMINÉES.

État de la végétation le 21 mars 1867.

(Pour la Feuillaison, on représente par 1, feuillage complet; 3/4, feuilles aux trois quarts de leur grandeur; 1/2, moitié grandeur; 1/4, quart de grandeur; 1/8, bourgeons ouverts ou très-petites feuilles initiales; par *bourgeons*, on entend seulement ceux qui sont à moitié ouverts, et par 0, on entend absence de feuillaison.)

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES. — (M. Ad. Quetelet.)	GENDBRUGGE-lez-Gand. — (M. Rodigas.)	MELLE. — (M. Bernardin.)	GEMBLOUX. — (M. Malaise.)	NAMUR. — (M. Bellynck.)	WAREMME. — (MM. Ghaye et de Selys.)	LIÉGE. — (M. Dewalque.)
Feuillaison.							
Æsculus Hippocastanum	—	0	0	0	0	0	0
» lutea	—	—	0				
» Pavia	—	—	0				
Alnus glutinosa	—	0	—	0	0		
Amygdalus persica	—	0	0	0	0		
Aristolochia Sipho	—	—	0				
Arum maculatum	—	—	—	—	1/2	1/2	1/2
Berberis vulgaris	Commencée.	0	0	0	0	—	1/4
Betula alba	—	0	0	—	0		
Bignonia Catalpa	—	—	0				
» radicans	—	—	0				
Carpinus Betulus	—	0	0	0	0		
Cercis Siliquastrum	—	—	0				
Colutea arborescens	—	—	—	0			
Corchorus japonicus	Commencée.	—	3/8	1/8	1/2	0	1/4
Cornus mas	—	0	0	0	Bourgeons.	0	1/8
» sanguinea	—	0	0	0			
Corylus Avellana	Commencée.	0	Bourgeons.	0	Bourgeons.	0	Bourgeons.
Cratægus oxyacantha	—	0	Id.	Bourgeons.	Id.	—	Id.
Cytisus Laburnum	—	0	0	0	0		
Daphne Mezereum	—	—	—	1/8	1/2	1/2	3/4
Evonymus europæus	—	—	Bourgeons.				
Gingko biloba	—	—	0				
Gleditschia horrida	—	—	0				
Glycine sinensis	—	—	0				
Hyacinthus orientalis	Bourgeons.						
— botryoïdes	Id.						
Hydrangea hortensis	—	—	1/4	—	0		
Juglans regia	—	—	0				
Larix europæa	—	0	—	—	0	—	1/4
Ligustrum vulgare	—	—	1/8	—	—	—	1/8
Liriodendron tulipifera	—	—	0				
Lonicera alpigena	—	—	—	—	—	—	1/8
» Periclymenum	—	—	3/8	1/4	1/2	1/2	1/2
» Symphoricarpos	—	Petits bourg.	Bourgeons.	Bourgeons.	1/4	1/8	

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	MELLE.	GEMBLOUX.	NAMUR.	WAREMME.	LIÉGE.
Feuillaison (*suite*).							
Lonicera tatarica.	—	—	1/4				
» Xylosteum.	—	—	—	1/8	1/8	1/8	1/2
Magnolia Yulan	—	0					
Mespilus germanica	—	0	Bourgeons.	0	—	—	1/8
Philadelphus coronarius . . .	—	Petits bourg.	1/8	Bourgeons.	Bourgeons.	—	1/4
Populus alba	—	—	0	—	0		
» balsamifera	—	—	0				
» fastigiata.	—	0	—	0	—	—	0
Prunus armeniaca	—	—	0	0	0		
» Cerasus	—	—	Bourgeons.	0	0		
» domestica.	—	—	—	0			
» Padus	—	0	—	—	0		
Pyrus communis	—	Bourgeons.	Bourgeons.	0	0		
» Cydonia	—	—	—	—	—	—	Bourgeons.
» japonica	Commencée.	Petits bourg.	1/2	1/8	1/2	—	1/2
» malus	—	—	—	—	—	—	Bourg. s'ouvt
Rhus coriaria..	—	—	0				
» Cotinus	—	—	0				
Ribes alpinum.	—	—	—	—	1/4	1/8	
» Grossularia.	—	Bourgeons.	1/2	1/8	1/4	1/4	1/2
» nigrum	—	id.	1/4	Bourgeons.	1/4	1/8	1/4
» rubrum	Petits bourg.	—	1/8	1/8	1/4	—	1/2
» sanguineum	—	Bourgeons.	—	Bourgeons.	1/4	Bourgeons.	Bourgeons.
» Uva-crispa.	—	—	—	1/8	1/4	1/2	
Robinia pseudo-Acacia	—	—	0				
Rosa centifolia.	—	—	—	Bourgeons.			
» gallica.	—	—	—	—	—	1/4	
Rubus Idæus	—	—	—	—	—	—	1/8
Salix babylonica	—	—	Bourgeons.	—	—	0	1/2
Sambucus nigra	Commencée.	1/8	1/8	1/8	1/4	1/4	1/4
Sorbus aucuparia.	—	0	0				
Spiræa sorbifolia	—	—	—	—	1/8	1/2	1/2
Staphylea pinnata.	—	—	Bourgeons.	—	Bourgeons.		
Syringa persica	Commencée.	—	—	Bourgeons.	Id.	1/4	1/4
» vulgaris	1/2	1/6	1/8	Id.	1/8	1/4	1/4
Tilia europæa	—	—	0	—	—	—	0
Tussilago petasites	—	—	—	—	—	—	1/4
Ulmus campestris.	—	0	0	0			
Viburnum Lantana	—	—	—	—	Bourgeons.	—	Bourgeons.
» Opulus	—	0	Bourgeons.	—	Id.	—	Bourg. s'ouvt
Vitis vinifera	—	—	0				

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES. — (M. Ad. Quetelet.)	GENDBRUGGE-lez-Gand. — (M. Rodigas.)	MELLE. — (M. Bernardin.)	GEMBLOUX. — (M. Malaise.)	NAMUR. — (M. Bellynck.)	WAREMME. — (MM. Ghaye et de Selys.)	LIÉGE. — (M. Dewalque.)
Floraison.							
Alnus glutinosa	—	—	—	Terminée.	Générale.	Terminée.	
Anemone Hepatica	—	Boutons.	Nulle.	Générale.	Id.	Générale.	
» » rubra (*fl. pl.*).	—	—	—	—	—	—	Commençte.
» nemorosa	—	Petits bout.	Boutons.	—	Générale.	Générale.	
Amygdalus communis	—	—	—	—	—	Id.	
» persica	Commencée	Boutons.	Initiale.	Boutons.	Générale.	Id.	
Arabis alpina	—	—	—	—	—	—	Générale.
» caucasica	—	—	—	—	Générale.		
Aubrietia deltoïdea	—	—	—	—	Id.		
Bellis perennis.	—	Commencée.	Avancée.	Initiale.	Id.	—	Initiale.
Berberis vulgaris	—	—	Nulle.	—	—	Nulle.	
Betula alba.	—	—	—	—	Nulle.	Finie.	
Buxus sempervirens	—	—	Partielle.	—	Id.	Générale.	
Corchorus japonicus	—	—	Nulle.	Nulle.	Id.		
Cornus mas.	Terminée.	Générale.	Initiale.	Commencée.	Générale.	Presq. finie.	Générale.
» sanguinea.	—	—	Nulle.				
Corylus Avellana.	Terminée.	Passée.	Terminée.	Terminée.	Avancée.	Terminée.	Terminée.
Crocus vernus	Id.	Initiale.	Presq. term.	Générale.	Finie.	Id.	
Daphne Laureola.	—	—	—	—	Générale.	Générale.	
» Mezereum	Terminée.	—	Partielle.	Partielle.	Id.	Presq. finie.	Avancée.
Fritillaria imperialis.	—	—	Nulle.				
Galanthus nivalis.	Terminée.	Commencée.	—	Avancée.	Finie.	Presq. finie.	
Helleborus niger	Id.	Terminée.	—	Terminée.	Id.	Id.	
» viridis	—	—	—	—	—	—	Initiale.
Hyacinthus botryoïdes	—	—	—	—	Commencée.	—	Id.
Iberis sempervirens	—	—	—	—	—	—	Nulle.
Lamium album	—	—	Partielle.	—			
» purpureum	—	—	Initiale.	—	Générale.		
Leontodon Taraxacum	—	Boutons.	—	Commencée.	Commencée.		
Lonicera Periclymenum. . . .	—	—	Nulle.				
» Symphoricarpos . . .	—	—	Id.				
» tatarica	—	—	Boutons.				
Magnolia Yulan	—	Boutons.	—	—	Nulle.	Boutons.	
Narcissus pseudo-Narcissus . .	—	Id.	Boutons.	Boutons.	—	Générale.	
Orobus vernus.	—	—	Id.	—	—	—	Générale.
Populus alba	—	—	—	—	Nulle.		
Primula Auricula	—	—	—	—	Id.		
» elatior	—	—	Initiale.	—	Générale.	Générale.	
» officinalis	—	—	—	—	Commence.		
» veris.	—	—	—	—	—	Générale.	
Prunus armeniaca.	—	Boutons.	Avancée.	Boutons.	Avancée.		

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES.	GENDBRUGGE-les-Gand.	MELLE.	GEMBLOUX.	NAMUR.	WAREMME.	LIÉGE.
Floraison (*suite*).							
Prunus Cerasus	—	—	Boutons en partie gelés.				
Pyrus communis	—	—	Nulle.				
» japonica	—	—	—	—	—	—	Boutons près de s'ouvrir.
Pulmonaria officinalis	—	—	Initiale.				
» japonica	—	Commencée.	Id.	—	Générale.		
Ranunculus Ficaria.	—	—	Initiale.	Boutons.	Commence.	Commencée.	Générale.
Rhododendron dahuricum . . .	—	—	—	—	—	Générale.	
Ribes Grossularia	—	—	—	—	—	—	Nulle.
» nigrum	—	—	Nulle.				
» rubrum	—	—	Id.				
» sanguineum	—	Boutons.	—	Nulle.			
» Uva-crispa	—	—	—	—	Nulle.		
Salix capræa	—	Boutons.	—	—	Générale.	Finie.	
Sambucus nigra	—	—	Nulle.				
Senecio vulgaris	—	—	—	—	Générale.	—	Initiale.
Sorbus aucuparia.	—	—	Nulle.				
Staphylea pinnata	—	—	Boutons.				
Syringa vulgaris	—	—	Id.				
Taxus baccata	—	—	Générale.	—	Finie.		
Tussilago Petasites	—	—	—	—	—	—	Générale.
Ulmus campestris.	—	—	—	—	Finie.		
Viburnum Opulus (*fl. pl.*) . . .	—	—	Nulle.				
Vinca minor.	—	—	Initiale.	Boutons.	Nulle.	—	Initiale.
Viola odorata	—	Boutons.	Id.	Id.	Générale.	Commencée.	Générale.
» tricolor	—	—	—	—	Initiale.		
Vitis vinifera	—	—	Nulle.				

État de la végétation le 21 avril 1867.

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES. — (M. Ad. Quetelet.)	GENDBRUGGE-lez-Gand. — (M. Rodigas.)	MELLE. — (M. Bernardin.)	GEMBLOUX. — (M. Malaise.)	LIÉGE. — (M. Dewalque.)	WAREMME. — (MM. Ghaye et de Selys.)	NAMUR. — (M. Bellynck.)
Feuillaison.							
Acer pseudo-Platanus	—	—	—	—	—	0	
Æsculus Hippocastanum	1/2	3/4	1/2	1/2	1/2	1/8	1/2
» lutea	—	—	1/2				
» Pavia	—	—	3/8				
Alnus glutinosa	—	2/3	—	1/8	—	1/8	1/4
Amygdalus persica	—	1/3	3/4	1/4	—	1/8	1/3
Aristolochia Sipho	—	—	Bourgeons.				
Arum maculatum	—	1	—	—	—	1	1
Berberis vulgaris	3/4	5/6	1	1/2	1	3/4	1/2
Betula alba	1/4	Bourgeons.	1/8	—	1/4	1/8	1/4
Bignonia Catalpa	—	—	0	—	—	0	
» radicans	—	—	0				
Carpinus Betulus	1/2	1/2	1/4	Bourgeons.	—	Bourg. ouv.	1/4
Cercis Siliquastrum	—	—	0				
Corchorus japonicus	—	1/2	7/8	3/4	3/4	1/2	3/4
Cornus mas	1/4	1/3	3/8	Bourgeons.	—	1/4	1/4
» sanguinea	—	—	1/2	—	1/4	1/4	1/4
Corylus Avellana	1/4	5/6	3/4	1/8	1/2	1/4	1/3
Cratægus oxyacantha	3/4	1	3/4	1/2	1	1/2	2/3
Cytisus Laburnum	1/4	3/4	1/2	1/2	—	1/8	1/2
Daphne Mezereum	3/4	—	—	—	1	1	1
Evonymus europæus	—	—	3/4	—	—	1/2	
Fagus sylvatica	—	—	—	—	—	Bourgeons.	0
Fraxinus excelsior	—	—	—	—	—	0	
Gingko biloba	—	—	Petits bourg.				
Gleditschia horrida	—	—	0				
Glycine sinensis	—	—	Bourgeons.				
Hydrangea hortensis	—	—	1/4				
Juglans regia	—	—	Bourgeons.	—	—	0	
Larix europæa	—	3/4	—	—	3/4	1/4	1/2
Ligustrum vulgare	—	—	1/2	—	3/4		
Liriodendron tulipifera	—	—	1/16				
Lonicera Periclymenum	—	—	1	3/4	1	3/4	2/3
» Symphoricarpos	—	—	1				
» tatarica	—	—	1	—	1		
» Xylosteum	—	—	—	3/4	—	3/4	1
Magnolia Yulan	—	—	—	—	—	Bourg. ouv.	
Mespilus germanica	—	—	1/2				

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES.	GENDBRUGGE.	MELLE.	GEMBLOUX.	LIÉGE.	WAREMME.	NAMUR.
Feuillaison (*suite*).							
Philadelphus coronarius	—	—	7/8	—	3/4	—	2/3
Platanus occidentalis	—	—	—	—	—	0	
» orientalis	—	—	—	—	—	—	1/4
Populus alba.	1/4	1/4	1/16	—	—	1/8	
» balsamifera	—	—	1/2				
» fastigiata.	—	1/2	—	1/8	—	1/4	1/2
Prunus armeniaca.	1/4	5/6	3/4	1/8	—	1/4	1/4
» Cerasus	1/4	1/2	1/2	1/8	—	1/4	1/4
» domestica.	1/4	3/4	—	1/2	—	—	1/4
» Padus	—	5/6	—	—	—	Bourg. ouv.	1/4
Pyrus communis	—	1/2	1/2	1/4	3/4	1/8	1/4
» Cydonia	—	5/6	—	1/8	1/4	—	1/2
» japonica	3/4	1	1	3/4	1	3/4	2/3
» Malus.	—	3/4	—	1/4	1/4	1/8	1/4
Ribes Grossularia	—	—	3/4	3/4	1	1/2	
» nigrum	1	1	3/4	—	1	3/4	2/3
» rubrum	—	1	1/2	3/4	1	3/4	2/3
» sanguineum.	3/4	1	—	3/4	—	3/4	2/3
» Uva-crispa	1	—	—	—	—	3/4	
Rhus coriaria.	—	—	Bourgeons.				
» Cotinus	—	—	Id.				
Robinia pseudo-Acacia	—	1/4	Bourgeons.	—	—	0	
Rosa rubiginosa.	—	—	—	—	—	1/4	
Salix babylonica	1/4	3/4	1/4	—	—	1/4	
Sambucus nigra	3/4	1	7/8	3/4	1	3/4	1/2
Sorbus aucuparia	3/4	—	7/8	—	—	1/4	
Spiræa sorbifolia.	1	—	—	—	1/2	3/4	1/2
Staphylæa pinnata.	3/4	—	7/8	—	—	1/4	
Syringa persica.	—	—	—	—	3/4	1/2	
» vulgaris	3/4	1	1	1/2	3/4	1/2	2/3
Tilia europæa	—	5/6	3/8	—	1/4	1/4	1/2
Ulmus campestris	1/2	2/3	1/16	1/8	—	0	1/4
Viburnum Lantana	—	—	—	—	3/4		
» Opulus	1/2	5/6	1/4	—	1/2	1/4	2/3
Vitis vinifera	—	1/8	0	0	—	0	

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES. — (M. Ad. Quetelet.)	GENDBRUGGE. — (M. Rodigas.)	MELLE. — (M. Bernardin.)	GEMBLOUX. — (M. Malaise.)	LIÉGE. — (M. Dewalque)	WAREMME. — (MM. Ghaye et de Selys.)	NAMUR. — (M. Bellynck.)
Floraison.							
Adonis vernalis.	—	—	—	—	Générale.		
Æsculus Hippocastanum . . .	—	—	—	—	Petits bout.	Boutons.	
Alnus glutinosa.	—	—	—	—	—	Finie.	
Amygdalus persica	Avancée.	Initiale.	Presq. finie	Avancée.	—	Id.	
Anemone Hepatica.	—	Terminée.	Terminée.	Terminée.	Terminée.	—	Finie.
» nemorosa	—	Générale.	Id.	Générale.	—	—	Générale.
Arabis albida.	—	—	—	—	Fort avancée.		
Bellis perennis.	Avancée.	Générale.	Générale.	Générale.	Générale.	Générale.	Générale.
Berberis vulgaris	—	—	Nulle.	Nulle.			
Buxus sempervirens	Générale.	—	Terminée.	—	Terminée.	Terminée.	Générale.
Caltha palustris.	—	Générale.	—	Générale.	—	Générale.	Id.
Cardamine pratensis	—	Id.	—	Commencée.	Commencée.	Id.	Id.
Carpinus Betulus	—	—	—	—	—	—	Id.
Cheiranthus Cheiri	—	—	—	Partielle.	—	—	Commence.
Corchorus japonicus	Commencée.	Initiale.	Initiale.	Commencée.	Initiale.	Générale.	Générale.
Cornus mas.	Terminée.	Id.	Terminée.	Terminée.	Terminée.	—	Finie.
» sanguinea	—	—	Boutons.				
Corylus Avellana	—	Terminée.	Terminée.	Terminée.	—	—	Finie.
Crocus vernus	Passée.	Id.	Id.	Id.	—	—	Id.
Daphne Laureola	—	—	—	—	—	—	Id.
» Mezereum.	Terminée.	—	Terminée.	—	Terminée.	—	Id.
Fritillaria imperialis	—	Terminée.	Avancée.	Générale.	Générale.	Commence.	Presq. finie.
Galanthus nivalis	Terminée.	Id.	—	Terminée.	—	—	Finie.
Glechoma hederacea	—	Générale.	—	Commencée.	Générale.	Générale.	Générale.
Helleborus viridis.	—	Presq. finie.					
Hyacinthus botryoïdes	Avancée.	—	—	Avancée.	Avancée.	—	Presq. finie.
» moschatus	—	—	—	—	Générale.		
» orientalis.	Avancée.	—	—	—	Id.		
» racemosus	—	—	—	—	Id.		
Iberis sempervirens	—	—	—	—	Id.		
Lamium album.	—	Générale.	Générale.	Initiale.	Commencée.	Générale.	Générale.
» purpureum	—	Initiale.	Id.	—	—	Id.	Id.
» rubrum	—	—	—	—	Générale.		
Leontodon Taraxacum	—	Générale.	—	Générale.	Id.	Générale.	Générale.
Lonicera Periclymenum. . . .	—	—	Nulle.				
» Symphoricarpos . . .	—	—	Id.				
» tatarica	—	—	Initiale.				
» Xylosteum	—	—	—	—	—	Boutons.	
Magnolia Yulan	—	Avancée.	—	—	Générale.	Générale.	Générale.
Mahonia fascicularis	—	—	—	—	Id.		
Myosotis Alopeceus	Commencée.						

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES.	GENDBRUGGE.	MELLE.	GEMBLOUX.	LIÉGE.	WAREMME.	NAMUR.
Floraison (*suite*).							
Narcissus pseudo-Narcissus . .	Commencée.	Avancée.	Terminée.	Terminée.	—	Presq. finie.	Finie.
Orobus vernus.	—	Terminée.	Générale.				
Populus alba	—	—	—	Avancée.			
» fastigiata	—	Passée.	—	Générale.			
» virginiana	—	—	—	—	—	Chute des chatons.	
Primula Auricula	—	Générale.	—	Boutons.	—	—	Générale.
» elatior.	—	Id.	Générale.	—	—	Générale.	Id.
» grandiflora	—	—	—	—	—	—	Id.
» officinalis.	—	—	—	Générale.	—	Générale.	Id.
» veris	—	Générale.	—	—	Générale.		
Prunus armeniaca.	—	Finie.	Terminée.	Avancée.	—	—	Terminée.
» Cerasus.	—	Générale.	Générale.	Commencée.	—	Générale.	Générale.
» domestica.	—	Initiale.	—	—	—	Id.	Id.
» Padus	—	Boutons.	—	—	—	Boutons.	Id.
» spinosa.	—	—	—	—	—	Générale.	Id.
Pulmonaria officinalis	—	Initiale.	Générale.				
Pyrus communis	—	Générale.	Id.	Commencée.	Générale.	Générale.	Générale.
» Cydonia.	—	Boutons.	—	Nulle.			
» domestica	—	—	—	Commencée.			
» japonica.	Générale.	Avancée.	Générale.	Générale.	Avancée.	Générale.	Presq. finie.
» Malus.	—	Boutons.	—	Nulle.	Petits bout.	Nulle.	Commencée.
» spinosa	—	Avancée.	—	Générale.	—		
Ranunculus acris	—	—	—	—	Commencée.		
» Ficaria	—	—	Générale.	Commencée.	—	Générale.	Presq. finie.
Rhododendron dahuricum. . .	—	Terminée.					
Ribes Grossularia.	—	Générale.	—	Générale.	Avancée.	Générale.	
» malvaceum.	—	—	—	—	Générale.		
» nigrum	—	Initiale.	Avancée.	Boutons.	Id.	Boutons.	Générale.
» rubrum	Commencée.	Générale.	Générale.	Générale.	Avancée.	Générale.	Id.
» sanguineum.	Id.	Id.	—	Commencée.	Id.	Id.	Id.
» Uva-crispa	Id.	—	—	Générale.	—	Id.	Presq. finie.
Salix capræa.	—	Terminée.	—	—	—	Terminée.	Id.
Sambucus nigra	—	—	Nulle.				
Saxifraga crassifolia	Générale.	—	—	—	Générale.		
Scilla nutans.	—	—	—	—	—	—	Nulle.
Senecio vulgaris	—	Générale.	—	Générale.	—	Générale.	Générale.
Sorbus aucuparia.	—	—	Boutons.				
Staphylea pinnata	—	—	Initiale.				
Syringa persica.	—	—	—	—	—	Boutons.	
» vulgaris.	Boutons.	Boutons.	Gros boutons.	Boutons.	—	Id.	
Taxus baccata	—	—	Terminée.				

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES.	GENDBRUGGE.	MELLE.	GEMBLOUX.	LIÉGE.	WAREMME.	NAMUR.
Floraison (*suite*).							
Tulipa Gesneriana.	—	—	—	—	Boutons.		
Tussilago Petasites.	—	—	—	—	Fort avancée.	Terminée.	Générale.
Viburnum Opulus.	—	Boutons.	Nulle.				
Vinca minor.	Avancée.	Générale.	Générale.	Commencée.	Avancée.	Générale.	Générale.
Viola odorata	Générale.	Id.	Terminée.	Avancée.	Terminée.	—	Terminée.
» tricolor	—	—	—	—	Générale.		
Vitis vinifera	—	—	Nulle.				

Remarque. — La végétation était fort en retard au 21 mars 1867. Depuis ce moment il a continué de pleuvoir tous les jours. Le 21 avril il me paraît que l'état de la végétation se rapproche de celui d'une année ordinaire, avec un léger retard, surtout pour la feuillaison.

(DE SELYS LONGCHAMPS.)

État de la végétation le 21 octobre 1867.

(Les chiffres 0, 1/4, 1/2, 3/4, 1, indiquent la quantité de feuilles restant sur les arbres.)

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES. — (M. Ad. Quetelet.)	GENDBRUGGE. — (M. Rodigas.)	MELLE. — (M. Bernardin.)	WAREMME. — (MM. Ghaye et de Selys.)	NAMUR. — (M. Bellynck.)
Effeuillaison.					
Acer campestre	—	—	—	1	1
» Negundo.	—	2/3	—	3/4	1
» platanoïdes	—	—	—	1/2	
» pseudo-Platanus	—	1 beaucoup de feuilles jaunes.	—	—	1
Æsculus Hippocastanum	0	1/2	1	3/4	1
» lutea.	—	—	0		
» Pavia.	—	—	3/4		
Amygdalus persica	1	1	1	1	1
Aristolochia Sipho	—	0	1/8	3/4	0
Berberis vulgaris.	3/4	1	7/8	3/4	1
Betula alba.	0	0	1/4	3/4	1
» Alnus	—	1/2	—	1	1
Bignonia Catalpa.	3/4	1	3/4	1	3/4
» radicans	—	—	1		
Carpinus Betulus.	—	3/4 feuilles jaunies.	7/8	3/4	1

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES.	GENDBRUGGE.	MELLE.	WAREMME.	NAMUR.
Effeuillaison (*suite*).					
Cercis Siliquastrum	—	—	7/8	1 feuilles jaunies.	1
Corchorus japonicus	—	—	3/4	1	
Cornus mas	1	1	1	1/4	1
» sanguinea	—	1/3	1/8	—	1
Corylus Avellana	3/4	3/4	7/8	3/4	1
Cratægus oxyacantha	—	1	3/4	1/2	1
Cytisus Laburnum	1/4	1	0	1	1
Evonymus europæus	—	1 feuilles jaunies.	3/4	3/4	1
Fagus Castanea	—	1	—	3/4	1
» sylvatica	—	1	—	3/4	1
Ficus Carica	—	—	—	1	1
Forsythia viridissima	—	1			
Fraxinus excelsior	—	—	—	1	1
Gleditschia horrida	—	—	5/8		
» triacanthos	—	—	—	0	0
Gingko biloba	—	4/8 beaucoup de feuilles jaunes.	7/8	1 feuilles jaunies.	1
Glycine sinensis	1	1	1	1	1
Hydrangea hortensis	—	—	1	1	1
Indigofera dosua	—	1			
Juglans regia	1/4	3/4 beaucoup de feuilles jaunies.	1/4	1/2	1
Larix europæa	—	1	—	1	1
Ligustrum vulgare	—	1	7/8	1	1
Liriodendron tulipifera	—	3/4 beaucoup de feuilles jaunes.	3/4	1 feuilles jaunes.	1
Lonicera Periclymenum	—	—	3/4		
» Symphoricarpos	—	—	7/8		
» tatarica	—	—	3/8		
» Xylosteum	—	—	—	1	1
Maclura aurantiaca	—	1			
Magnolia tripetala	—	—	—	1 feuilles jaunies.	1
» Yulan	—	—	—	1	
Mespilus germanica	—	—	1/2		
Morus alba	—	1	—	—	1
Paulownia imperialis	—	3/4	—	3/4	
Philadelphus coronarius	1/2	1	1/2	1	1
Platanus occidentalis	—	1 beaucoup de feuilles jaunies	—	3/4	1
Populus alba	1/2	1/4	1/8	3/4	1/2
» virginiana	—	—	—	3/4	1
Prunus armeniaca	—	1	7/8	1	1
» Cerasus	1/2	1 feuilles jaunes.	1/2	3/4	1
» domestica	—	—	—	3/4	1

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES.	GENDBRUGGE.	MELLE.	WAREMME.	NAMUR.
Effeuillaison (*suite*).					
Prunus Padus	—	1/3	—	1/4	1
Pyrus communis	1/4	1	1/4	1/2	1
» japonica	—	1/2	7/8	1	1
» Malus	—	1	—	3/4	1
Quercus Robur	—	1	—	1	1
Rhus coriaria	—	—	0		
» Cotinus	—	—	1/4		
Ribes alpinum	—	—	—	1	1
» Grossularia	1/4	4/5	1/2	0	1
» nigrum	—	5/6	3/4	3/4	1
» rubrum	0	0	0	0	1
» sanguineum	—	1/4	—	3/4	1
Robinia pseudo-Acacia	1/2	1 la plupart feuilles jaunes.	1/2	1	1
Rosa gallica	—	—	—	1 feuilles jaunes.	1
Rubus Idæus	—	—	—	1	1
» fruticosus	—	1			
Salix babylonica	3/4	1/4	7/8	1	1
» capræa	—	—	—	—	1
Sambucus nigra	1/2	—	7/8	3/4	1/4
Sophora australis	—	1			
Sorbus aucuparia	—	0	1/2	0	1
Staphylea pinnata	—	—	3/4	1	1
Syringa vulgaris	1/2	1	1/2	1	1
Tilia europæa	0	3/4	3/4	3/4	3/4
Ulmus campestris	1/2	2/4	1	3/4 jaunies.	1
Viburnum Lantana	—	—	—	3/4	
» Opulus (*fl. simp.*)	—	1	—	—	1
» » (*fl. plen.*)	—	—	3/4	3/4	
Vitis vinifera	1	—	1	1	1
Weigelia rosea	—	1	—		

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES.	GENDBRUGGE.	MELLE.	WAREMME.
Floraison.				
Aster	Générale.	Généralement passée (1)	Générale.	Générale.
Dahlia communis.	Avancée.	Passée.	Avancée.	Avancée.
» variabilis	—	Id.		
Hedera Helix	—	—	—	Générale.
Helianthus tuberosus	—	Générale.	N'a pas fleuri.	N'a pas fleuri.

Oiseaux d'hiver observés à Waremme, avant le 21 octobre 1867,
par M. Edm. de Selys Longchamps.

Grus cinerea. Passe les 18, 19 et 20 octobre.
Parus ater. Arrivé.
Corvus cornix. Arrivé.
Fringilla montifringilla. Arrivé.

REMARQUES.

— A *Gendbrugge-lez-Gand*, à la date du 21 octobre 1867, je remarque la floraison tardive de quelques variétés de *Delphinium*, d'une variété d'*Anemone japonica*, de la *Vinca major*, de la *Gaillardia grandiflora* et de quelques pieds de *Lupinus polyphyllus*. Les plantes suivantes fleurissent encore : *Stokesia cyanea*, *Tritoma uvaria*, *Tricirtis hirta, var. fl. nigro*, *Phlox decusata*, *Verbena venosa*, *Plumbago Larpentoe*, *Tradescantia virginica*, *Campanula hybrida*. (Rod.)

L'*Aster grandiflorus* commence seulement à fleurir. Je signale une seconde floraison de l'*Helleborus olympicus*, de l'*Alyssum saxatile*, *fol. var.*, de la *Potentilla tomentosa* et la floraison anticipée de quelques *Azalea* de pleine terre qui ne fleurissent habituellement qu'au printemps. (Émile Rodigas.)

— A *Waremme*, l'effeuillaison est presqu'aussi retardée le 21 octobre 1867, qu'en 1866. Cette dernière année aurait été jusqu'ici la plus en retard parmi celles que nous avons observées. La seule différence consiste en ce qu'en octobre 1867, il y a trois ou quatre plantes dont l'effeuillaison est commencée, tandis qu'en 1866 elles conservaient l'intégralité de leurs feuilles; et qu'il y en a quatre qui les ont perdues en entier, alors qu'en 1866 elles en conservaient encore un quart ou un huitième.

La première petite gelée a eu lieu à la fin de septembre ; elle n'a point été suivie d'autre gelée et n'a pas même flétri les plantes tendres.

L'oïdium a reparu sur la vigne.

Le *Botrytis* n'a fait que peu de ravages parmi les pommes de terres.

Les récoltes aux environs de Waremme ont été très-satisfaisantes. (Edmond de Selys Longchamps.)

(1) Cependant l'*Aster bicolor* (Rod.) et l'*A. horizontalis* sont encore en pleine floraison. (Rodigas.)

OBSERVATIONS

DES

PHÉNOMÈNES PÉRIODIQUES

PENDANT L'ANNÉE 1868.

Pression atmosphérique à Bruxelles, en 1868.

MOIS.	HAUTEUR MOYENNE DU BAROMÈTRE PAR MOIS.															MOY. des heures paires.	MAX. moyen par mois.	MIN. moyen par mois.	MAX. absolu par mois.	MIN. absolu par mois.	DATE	
	MINUIT.	MATIN.						MIDI.	SOIR.												du MAXIMUM absolu.	du MINIMUM absolu.
		2 H.	4 H.	6 H.	8 H.	9 H.	10 H.		2 H.	3 H.	4 H.	6 H.	8 H.	9 H.	10 H.							
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		
Janvier . .	755,26	756,26	755,14	755,29	755,54	755,82	755,94	755,61	755,17	755,24	755,18	755,21	755,17	755,11	755,08	755,32	759,19	751,66	766,9	731,86	le 16	le 22
Février . .	61,33	61,02	60,69	60,62	61,05	61,20	61,28	61,17	60,72	60,71	60,70	60,89	68,12	61,18	61,18	60,98	64,41	57,93	71,9	42,7	le 9	le 1
Mars . . .	56,18	55,89	55,70	55,96	56,43	56,57	56,62	56,67	56,49	56,63	56,61	56,91	57,16	57,13	57,06	56,47	58,99	53,16	70,00	27,9	le 29	le 8
Avril . . .	55,75	55,45	55,16	55,32	55,64	55,77	55,83	55,73	55,52	55,41	55,37	55,50	55,78	55,77	55,73	55,56	58,16	53,10	67,5	35,9	le 2	le 20
Mai. . . .	57,71	57,59	57,55	57,79	57,99	58,01	57,95	57,61	57,22	57,03	56,89	56,86	57,17	57,42	57,52	57,49	59,37	55,80	65,90	49,99	le 14	le 23
Juin . . .	60,31	60,16	60,12	60,34	60,61	60,59	60,59	60,40	60,02	59,95	59,86	59,95	60,20	60,41	60,51	60,26	61,47	59,02	66,3	51,0	le 26	le 22
Juillet . . .	57,45	57,30	57,21	57,40	57,59	57,60	57,59	57,30	57,02	56,84	56,71	56,73	57,10	57,37	57,50	57,24	58,56	55,88	65,9	48,4	le 24	le 29
Août . . .	55,63	55,38	55,25	55,39	55,59	55,66	55,64	55,40	55,15	55,08	55,03	55,05	55,34	55,44	55,52	55,36	57,30	53,26	65,1	42,1	le 1	le 23
Septembre .	54,73	54,59	54,36	54,43	54,57	54,64	54,63	54,24	53,85	53,63	53,51	53,59	54,08	54,18	54,29	54,24	55,99	52,89	65,0	43,3	le 2	le 30
Octobre . .	55,76	55,70	55,67	55,80	56,27	56,45	56,53	56,31	56,08	56,05	56,01	56,28	56,45	56,44	56,43	56,11	58,35	53,07	66,34	41,6	le 28	le 24
Novembre. .	57,14	56,95	56,71	56,79	57,14	57,23	57,35	56,94	66,64	56,63	56,63	56,82	56,89	56,91	56,86	56,90	59,26	54,82	71,8	40,0	le 13	le 23
Décembre. .	48,13	48,07	48,23	48,50	48,95	49,20	49,36	48,88	48,21	48,07	48,01	48,05	48,20	48,29	48,26	48,40	52,32	44,66	67,0	28,3	le 9	le 24
Moyennes. .	756,28	756,11	755,98	756,14	756,45	756,56	756,61	756,35	756,01	755,94	755,88	755,99	756,22	756,30	756,33	756,20	758,61	753,77	767,47	740,25	9 fév.	8 mars.

Température centigrade de l'air à Bruxelles, en 1868.

MOIS.	TEMPÉRATURE MOYENNE PAR MOIS.															MOY. des heures paires.	MAX. moyen par mois.	MIN. moyen par mois.	MOY. par mois.	MAX. absolu par mois.	MIN. absolu par mois.	DATE	
	MINUIT.	MATIN.						MIDI.	SOIR.													du MAXIMUM absolu.	du MINIMUM absolu.
		2 H.	4 H.	6 H.	8 H.	9 H.	10 H.		2 H.	3 H.	4 H.	6 H.	8 H.	9 H.	10 H.								
Janv.	0°,43	0°,32	0°,14	-0°,21	-0°,18	0°,19	0°,78	1°,71	2°,08	1°,91	1°,67	1°,27	0°,98	0°,95	0°,83	0°,82	2°,91	- 0°,97	0°,97	9°,9	- 9°,8	le 18	le 3
Fév. .	4,67	4,49	4,24	4,13	4,39	4,93	6,78	7,12	7,81	7,80	7,57	6,51	5,95	5,61	5,27	5,74	8,52	3,52	6,02	13,8	- 1,1	le 29	le 18
Mars.	5,72	5,44	5,28	4,91	5,79	6,77	7,71	8,77	9,10	9,09	8,87	7,63	6,57	6,28	6,05	6,82	10,58	4,25	7,41	15,9	- 0,4	le 15	le 25
Avril.	7,72	7,10	6,72	6,69	8,45	9,61	10,64	11,89	12,73	12,81	12,67	11,44	9,40	8,99	8,59	9,50	13,86	5,92	9,89	21,3	0,9	le 23	le 14
Mai. .	14,38	13,44	12,63	13,61	16,75	17,71	18,53	20,26	21,29	21,54	21,27	20,40	17,58	16,57	15,88	17,17	22,83	12,28	17,55	29,1	2,3	le 30	le 7
Juin.	15,92	14,70	13,91	15,23	18,33	19,25	19,75	21,10	22,25	22,43	22,59	21,54	18,98	17,99	17,18	18,46	23,72	13,66	18,69	30,6	8,1	le 21	le 9
Juill.	18,14	17,23	16,38	17,19	20,46	21,52	22,48	23,53	24,56	24,30	24,19	23,70	21,30	20,28	19,55	20,73	25,68	16,00	20,84	31,7	11,4	le 23	les 5 et 28
Août.	16,62	15,95	15,43	15,68	18,25	19,14	20,13	21,49	22,34	22,20	21,91	21,32	18,98	18,24	17,75	18,82	23,39	15,06	19,22	29,4	11,0	le 12	le 26
Sept.	14,43	13,78	13,05	12,69	14,65	16,06	17,39	19,23	20,00	22,29	20,16	18,78	16,67	16,03	15,48	16,36	20,98	12,28	16,63	28,5	6,2	le 9	le 14
Oct. .	9,02	8,50	8,07	7,59	8,26	9,09	10,32	11,83	12,32	12,21	12,02	10,61	9,95	9,76	9,45	9,83	13,30	7,08	10,19	18,7	2,2	le 1	le 22
Nov. .	4,30	4,08	3,86	3,66	3,84	4,35	4,92	6,27	6,52	6,29	5,99	5,41	4,75	4,46	4,33	4,35	7,67	3,07	5,57	12,9	- 4,1	le 23	le 21
Déc. .	7,75	7,53	7,23	7,03	6,92	7,25	7,68	8,82	8,79	9,02	8,72	8,47	8,05	8,01	7,98	7,92	10,49	5,88	8,18	15,6	- 0,2	le 7	le 1
Moy.	9,93	0,38	8,91	9,02	12,49	11,32	12,26	13,50	14,15	14,32	13,97	13,09	11,60	11,10	10,69	11,42	15,33	8,17	11,7[illegible]	21,45	2,21	23 juill.	5 janv.

TEMPÉRATURE MOYENNE DE L'ANNÉE.

D'après la moyenne des heures paires	11°,42
» les *maxima* et *minima* moyens	11,75
» les *maxima* et *minima* absolus mensuels.	11,83
» les observations de 9 heures du matin	11,32
» la température moyenne du mois d'octobre	9,93

EXTRÊMES DE L'ANNÉE.

Maximum	31°,7
Minimum	- 9,8
Intervalle de l'échelle parcouru.	41,5

Psychromètre d'August à Bruxelles, en 1868.

MOIS.	9 H. DU MATIN.		MIDI.		3 H. DU SOIR.		9 H. DU SOIR.	
	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.
Janvier	1°,70	1°,21	3°,21	2°,37	3°,30	2°,33	2°,19	1°,59
Février	5,58	4,82	7,73	6,33	8,39	6,63	6,26	5,14
Mars	6,76	5,38	8,97	6,71	9,43	6,73	6,63	5,26
Avril	10,08	8,21	12,30	9,33	13,14	9,76	9,45	7,86
Mai.	17,81	14,00	20,72	15,43	21,98	16,03	16,71	13,91
Juin	18,91	14,88	21,03	15,83	22,36	16,38	17,90	14,74
Juillet.	21,40	17,48	23,78	18,29	24,46	18,42	20,34	17,16
Août	19,66	16,65	22,09	17,30	22,61	17,62	18,61	15,82
Septembre	16,53	14,27	20,05	15,51	21,20	15,75	16,39	14,03
Octobre	9,16	8,17	11,91	10,01	12,16	9,97	9,44	8,51
Novembre	4,46	3,92	6,27	5,16	6,27	5,13	4,55	4,00
Décembre	7,52	6,40	8,97	7,60	9,06	7,76	8,20	7,24
MOYENNE.	11,63	9,62	13,92	10,82	14,53	11,04	11,39	9,60

État hygrométrique de l'air à Bruxelles, en 1868.

MOIS.	TENSION DE LA VAPEUR D'EAU contenue dans l'air.				HUMIDITÉ RELATIVE DE L'AIR.			
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.
Janvier	mm. 5,40	mm. 5,58	mm. 5,49	mm. 5,47	92,5	87,5	85,8	91,0
Février	6,49	6,77	6,68	6,41	89,4	82,0	78,0	84,7
Mars	6,36	6,47	6,21	6,33	81,1	72,2	67,4	81,3
Avril	7,40	7,50	7,46	7,47	77,4	67,6	64,8	80,4
Mai.	10,10	10,28	10,33	10,62	65,0	55,5	52,5	72,6
Juin	10,47	10,53	10,53	10,88	64,0	57,1	52,6	70,6
Juillet.	12,76	12,57	12,33	12,91	67,7	58,1	55,1	72,7
Août	12,51	12,10	12,26	11,94	73,5	61,3	60,8	74,6
Septembre	11,08	10,69	10,33	10,83	77,9	61,5	56,5	76,8
Octobre	7,98	8,30	8,26	8,17	87,5	77,4	75,8	88,4
Novembre.	6,30	6,48	6,44	6,30	92,5	85,0	84,2	92,1
Décembre.	7,02	7,46	7,58	7,54	85,4	82,8	83,7	87,7
MOYENNE.	8,66	8,72	8,66	8,74	79,5	70,7	68,1	81,1

État du ciel à Bruxelles, en 1868.

MOIS.	SÉRÉNITÉ DU CIEL.					INDICATIONS DE L'ÉTAT DES NUAGES ET DU CIEL, d'après les observations faites à 9 h. du matin, midi, 3 h. et 9 h. du soir.									
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	Moyenne	Ciel serein.	Cirrhus.	Cirrho-cumul.	Cu-mulus.	Cirrho-stratus.	Cumulo-stratus.	Stratus.	Nimbus.	Éclair-cies.	Ciel couvert.
Janvier	1,35	1,04	1,31	2,85	1,64	8	4	8	19	0	8	31	0	21	65
Février	2,68	2,16	2,32	3,92	2,77	13	12	11	18	2	9	28	3	16	52
Mars	1,62	1,92	1,73	3,38	2,16	4	9	5	31	6	32	38	9	36	45
Avril	1,96	1,64	2,04	2,76	2,10	12	9	10	21	2	28	35	7	37	37
Mai	6,96	5,76	5,40	5,12	5,81	21	21	18	39	5	5	17	2	17	16
Juin	6,00	4,54	3,92	6,81	5,32	15	19	4	54	6	18	15	0	20	18
Juillet	6,15	4,56	4,11	6,11	5,23	17	21	12	56	4	15	19	8	26	13
Août	4,20	4,16	3,20	6,20	4,44	7	22	9	53	0	14	24	7	22	20
Septembre	5,96	6,21	6,46	6,50	6,28	32	11	9	33	2	9	14	0	11	16
Octobre	3,92	2,58	2,77	4,04	3,33	10	6	6	35	1	20	21	3	18	38
Novembre	1,92	1,80	1,56	2,16	1,86	5	7	5	21	4	15	30	1	21	58
Décembre	2,67	1,87	0,92	0,75	1,55	2	11	12	21	1	20	42	0	28	52
L'année	3,78	3,19	2,98	4,22	3,54	146	152	109	401	33	193	314	40	273	430

Quantité de pluie et de neige; nombre de jours de pluie, de grêle, de neige, etc., à Bruxelles, en 1868.

MOIS.	QUANTITÉ D'EAU RECUEILLIE par mois				Nombre de jours où l'on a recueilli de l'eau.	NOMBRE DE JOURS DE							
	SUR LA TERRASSE.			sur la tourelle.		Pluie.	Grêle.	Neige.	Gelée.	Tonnerre.	Brouil-lard.	Ciel entièrem' couvert.	Ciel serein.
	Pluie.	Neige.	TOTAL.										
	mm.	mm.	mm.	mm.									
Janvier	37,06	12,66	49,72	30,85	22	14	0	11	14	0	6	8	0
Février	25,25	0,00	25,25	12,30	15	18	2	1	1	0	8	4	0
Mars	56,05	7,60	63,65	39,20	23	20	4	5	1	0	1	3	0
Avril	70,88	2,52	73,40	58,25	20	18	3	3	0	0	4	2	1
Mai	61,20	0,00	61,20	56,60	11	11	1	0	0	5	1	0	2
Juin	11,52	0,00	11,52	9,55	7	10	0	0	0	2	1	1	0
Juillet	104,15	0,00	104,15	95,60	12	12	0	0	0	9	2	0	0
Août	57,50	0,00	57,50	53,05	11	14	2	0	0	6	2	0	0
Septembre	34,35	0,00	34,35	30,00	11	11	0	0	0	0	6	0	1
Octobre	90,90	0,00	90,90	68,90	20	18	1	0	0	0	8	1	0
Novembre	33,53	1,87	35,40	24,40	23	21	1	1	4	0	10	9	0
Décembre	105,36	0,00	105,36	77,20	23	26	1	0	1	0	3	1	0
L'année	687,75	24,65	712,40	555,90	198	193	15	21	21	22	52	29	4

Nombre d'indications de chaque vent à Bruxelles, en 1868.

(D'après la direction des nuages, observée 4 fois par jour : à 9 heures du matin, midi, 3 heures et 9 heures du soir.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.	NOMBRE de Jours.
Janvier	1	0	11	1	0	1	1	2	0	4	20	10	3	3	10	4	31
Février	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	17	13	19	12	12	8	29
Mars	9	6	6	1	1	1	0	0	1	6	19	7	22	10	11	8	31
Avril	11	11	7	3	0	1	0	1	0	6	16	12	8	7	5	6	30
Mai	2	1	0	2	4	0	1	7	5	7	23	14	17	1	3	1	31
Juin	8	5	4	4	1	1	1	1	4	8	7	7	13	3	6	13	30
Juillet	9	6	7	8	11	5	2	3	6	3	7	4	11	2	6	12	31
Août	2	1	3	1	3	2	2	0	14	14	17	18	21	2	5	2	31
Septembre	0	0	2	2	3	0	2	1	4	7	19	8	9	2	2	1	30
Octobre	3	1	3	1	1	2	1	2	1	7	14	7	17	14	14	4	31
Novembre	5	3	14	4	4	1	3	1	4	6	6	11	9	5	6	2	30
Décembre	2	1	1	1	1	0	0	0	5	6	38	18	17	3	1	3	31
TOTAL.	55	35	58	28	29	14	13	18	44	75	203	129	166	64	81	64	366

Nombre d'indications de chaque vent à Bruxelles, en 1868.

(D'après les résultats fournis, de 2 en 2 heures, par l'appareil d'Osler.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.	NOMBRE de Jours.
Janvier	2	9	23	32	31	12	2	6	20	25	96	49	23	12	16	14	31
Février	2	1	0	0	0	0	0	0	3	32	100	127	27	35	19	2	29
Mars	16	8	21	10	0	0	0	0	7	33	94	65	51	26	28	13	31
Avril	46	8	14	33	21	5	6	8	19	14	46	30	26	20	25	39	30
Mai	17	8	20	51	61	16	24	11	6	10	41	24	17	18	25	11	30
Juin	81	28	17	21	13	10	7	5	8	11	19	18	28	21	41	32	30
Juillet	41	17	25	54	32	22	8	6	10	10	24	37	17	14	30	25	31
Août	11	5	5	15	22	17	30	22	17	21	92	65	28	9	13	0	31
Septembre	11	34	37	45	26	20	10	16	17	54	50	14	14	6	4	2	30
Octobre	5	4	16	22	18	15	3	1	16	32	107	54	39	20	14	6	31
Novembre	2	14	51	45	19	20	3	7	12	24	51	47	30	13	7	15	30
Décembre	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
TOTAL.	234	136	229	328	243	137	93	82	133	266	720	530	300	194	222	136	333

Intensité totale du vent à Bruxelles, en 1868.
(D'après l'appareil d'Osler.)

MOIS.	MINUIT.	MATIN.					MIDI.	SOIR.					INTENSITÉ totale.
		2 H.	4 H.	6 H.	8 H.	10 H.		2 H.	4 H.	6 H.	8 H.	10 H.	
	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.
Janvier . . .	25,9	21,3	22,2	21,8	22,1	24,8	30,0	32,4	28,5	27,1	29,8	28,8	314,7
Février . . .	15,2	16,2	18,4	22,0	20,2	22,3	27,1	27,2	23,7	18,4	20,1	17,5	248,3
Mars. . . .	20,5	17,6	16,1	17,0	19,1	28,5	32,9	31,0	24,7	16,5	14,4	13,7	252,0
Avril. . . .	12,6	12,3	12,8	19,0	20,3	27,4	27,1	26,7	20,1	15,0	10,5	9,7	213,5
Mai	7,3	5,6	5,0	7,3	11,3	12,8	14,8	13,4	14,1	9,9	7,4	7,6	116,5
Juin. . . .	2,3	2,8	2,5	2,7	4,8	6,6	7,8	7,4	7,5	5,2	3,5	3,7	56,8
Juillet . . .	4,1	4,4	3,6	4,6	6,4	7,6	11,1	16,4	13,4	7,2	6,0	3,6	98,4
Août. . . .	7,2	7,0	6,6	7,5	12,4	16,8	21,3	21,2	18,4	10,6	7,6	8,9	145,5
Septembre. .	8,4	7,0	8,3	7,1	11,2	14,7	16,3	16,1	15,9	12,7	10,9	8,8	137,4
Octobre. . .	13,1	13,2	15,2	13,4	13,9	14,2	18,9	16,0	13,7	11,5	13,1	12,6	168,8
Novembre . .	14,3	14,8	14,9	13,2	14,6	18,3	20,5	20,3	19,8	19,2	17,7	17,1	204,7
Décembre . .	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
L'ANNÉE. .	130,9	122,2	125,6	135,6	156,3	194,0	227,8	228,1	199,8	153,3	141,0	132,0	1956,6

Intensité moyenne du vent à Bruxelles, en 1868.
(D'après l'appareil d'Osler.)

MOIS.	MINUIT.	MATIN.					MIDI.	SOIR.					INTENSITÉ moyenne.
		2 H.	4 H.	6 H.	8 H.	10 H.		2 H.	4 H.	6 H.	8 H.	10 H.	
	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.	k.
Janvier . . .	0,84	0,69	0,72	0,70	0,71	0,80	0,97	1,05	0,92	0,87	0,96	0,93	0,85
Février . . .	0,52	0,56	0,63	0,76	0,70	0,77	0,93	0,94	0,82	0,63	0,69	0,60	0,71
Mars. . . .	0,66	0,57	0,52	0,55	0,62	0,92	0,06	1,00	0,80	0,53	0,46	0,44	0,68
Avril. . . .	0,43	0,42	0,44	0,66	0,70	0,94	0,93	0,92	0,69	0,52	0,36	0,33	0,61
Mai	0,26	0,20	0,18	0,26	0,40	0,46	0,53	0,48	0,50	0,50	0,26	0,27	0,36
Juin. . . .	0,08	0,09	0,08	0,09	0,16	0,22	0,26	0,25	0,25	0,17	0,12	0,12	0,16
Juillet . . .	0,13	0,14	0,12	0,15	0,21	0,25	0,36	0,53	0,43	0,23	0,19	0,12	0,24
Août. . . .	0,23	0,23	0,21	0,24	0,40	0,54	0,69	0,68	0,59	0,34	0,25	0,29	0,39
Septembre. .	0,28	0,23	0,28	0,24	0,37	0,49	0,54	0,54	0,53	0,42	0,36	0,26	0,38
Octobre. . .	0,42	0,43	0,49	0,43	0,45	0,46	0,61	0,52	0,44	0,37	0,42	0,41	0,45
Novembre . .	0,48	0,49	0,50	0,44	0,49	0,61	0,68	0,68	0,66	0,64	0,59	0,57	0,57
Décembre . .	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
MOYENNES. .	0,39	0,37	0,38	0,41	0,47	0,59	0,69	0,69	0,60	0,48	0,42	0,39	0,49

Quantité d'eau recueillie par les différents vents à Bruxelles, en 1868.

MOIS.	Quantité d'eau recueillie par mois.							
	N.	NO.	O.	SO.	S.	SE.	E.	NE.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
Janvier	0,32	1,07	4,93	20,62	5,80	0,06	0,85	2,50
Février	0,23	2,15	4,31	10,92	0,80	0,00	0,00	0,00
Mars	1,28	12,43	12,26	15,27	6,02	0,00	0,00	0,16
Avril	9,22	15,44	4,35	17,45	5,40	1,97	0,30	2,94
Mai	1,44	3,03	15,52	11,55	8,75	8,50	0,03	2,71
Juin	0,03	3,75	3,97	1,09	0,24	0,57	0,00	0,00
Juillet	12,96	27,50	3,84	11,93	9,67	3,30	11,00	12,70
Août	4,82	2,17	7,24	14,03	5,29	3,00	6,02	9,56
Septembre	0,02	1,45	2,71	8,00	3,61	0,68	9,21	3,92
Octobre	6,54	8,81	15,38	22,09	8,20	0,48	1,61	12,98
Novembre	2,76	4,28	5,38	10,41	3,51	0,51	0,75	1,65
Décembre	0,00	00,3	6,89	16,76	6,18	0,21	0,00	0,00
Année	39,62	82,11	86,68	163,12	63,47	19,28	29,77	49,12

Déclinaison magnétique à Bruxelles, en 1868.

MOIS.	Échelle arbitraire.					Valeur angulaire.				
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	Moyenne du mois.	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	Moyenne du mois.
Janvier	36,91	36,01	36,16	37,21	36,57	18° 13′ 49″	18° 13′ 55″	18° 15′ 33″	18° 13′ 7″	18° 14′ 36″
Février	37,48	36,42	36,25	37,93	37,02	12 31	14 58	15 21	11 27	13 34
Mars	38,23	36,25	36,28	38,57	37,33	10 45	15 20	15 17	9 58	12 50
Avril	38,90	36,33	36,25	38,85	37,58	9 13	15 8	15 21	9 19	12 15
Mai	38,77	36,64	36,88	38,52	37,70	9 32	14 27	13 54	10 5	11 59
Juin	39,31	37,30	37,18	38,84	38,16	8 15	12 56	13 12	9 21	10 56
Juillet	39,88	38,02	37,55	39,63	38,77	6 57	11 16	12 21	7 31	9 31
Août	40,22	38,16	38,23	40,08	39,17	6 10	10 56	10 47	6 28	9 35
Septembre	40,11	38,43	39,14	40,86	39,63	6 24	10 18	8 39	4 40	7 31
Octobre	30,48	38,98	39,53	41,46	40,11	5 33	9 5	7 44	3 17	6 26
Novembre	40,64	39,73	40,25	41,61	40,56	5 11	7 17	6 5	2 56	5 22
Décembre	41,08	40,39	40,42	41,89	40,94	4 10	5 46	5 42	2 17	4 29
Moyenne	39,33	37,72	37,84	39,62	38,63	18° 8′ 12″	18° 11′ 57″	18° 11′ 40″	18° 7′ 32″	18° 9′ 50″

Électricité de l'air à Bruxelles, de 1859 à 1868.

MOIS.	MOYENNE des degrés observés à l'électromètre.											MOYENNE des nombres proportionnels.											Degrés correspondants.
	1859.	1860.	1861.	1862.	1863.	1864.	1865.	1866.	1867.	1868.	MOY.	1859.	1860.	1861.	1862.	1863.	1864.	1865.	1866.	1867.	1868.	MOY.	
Janv. .	50	49	63	58	49	56	44	45	48	47	51	453	573	720	470	449	677	261	258	437	416	471	58
Févr. .	44	46	39	48	52	49	42	36	38	46	44	275	339	160	250	416	412	263	157	195	349	282	50
Mars .	30	43	39	40	36	39	32	35	35	36	37	112	250	160	168	228	193	137	146	144	153	169	40
Avril .	30	30	27	32	29	30	26	22	26	30	28	117	105	76	107	106	113	74	55	78	107	94	30
Mai. .	22	21	29	28	19	20	20	17	26	25	23	67	162	88	82	70	49	51	39	75	70	75	27
Juin. .	26	16	27	22	22	18	18	14	23	18	20	81	37	76	50	55	38	40	27	60	41	50	22
Juill. .	26	22	30	27	16	16	19	26	28	22	23	82	57	94	76	34	30	48	77	70	59	63	25
Août .	27	22	27	24	28	21	21	27	22	25	25	149	62	76	60	92	122	73	86	54	73	85	29
Sept. .	30	27	28	29	29	24	25	29	26	29	28	179	82	82	88	112	66	75	97	80	100	96	30
Oct. .	39	49	42	37	38	28	27	34	36	40	37	218	305	185	144	170	93	89	131	154	211	170	40
Nov. .	46	43	56	44	52	43	39	39	46	42	45	341	332	408	204	582	226	272	184	284	230	306	52
Déc. .	52	47	54	53	49	44	44	40	54	45	48	623	467	355	333	466	254	242	237	719	260	396	56
Moy.	35	35	38	37	35	32	30	30	34	34	34	225	231	207	169	231	189	135	124	196	172	188	
											Degr. corresp.	46°	47°	44°	40°	47°	42°	36°	34°	43°	41°	42°	38°

Pression atmosphérique à Gand, en 1868, par M. Duprez.

MOIS.	Hauteurs moyennes du baromètre par mois. 9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	*Maximum* absolu par mois.	*Minimum* absolu par mois.	Différence ou variation mensuelle.	Date du *maximum*.	Date du *minimum*.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		
Janvier	758,61	758,48	758,18	758,01	769,42	734,32	35,10	le 16	le 22
F vrier.	64,04	64,12	63,57	63,96	75,12	44,72	30,40	le 9	le 1
Mars	59,50	59,81	59,64	59,64	73,37	33,24	40,13	le 29	le 8
Avril	58,73	58,77	58,40	59,00	70,54	38,71	31,83	le 2	le 20
Mai.	60,85	60,70	59,85	60,44	69,14	52,60	16,54	le 14	le 23
Juin	63,95	63,78	63,25	63,84	69,38	54,42	14,96	le 26	le 22
Juillet	61,03	60,80	60,51	60,91	68,45	51,59	16,86	le 24	le 29
Août	58,80	58,66	58,49	58,78	68,18	44,81	23,37	le 1	le 22
Septembre	57,92	57,46	56,95	57,43	68,82	46,19	22,63	le 9	le 30
Octobre	59,51	59,33	59,16	59,55	69,60	44,27	25,33	le 28	le 24
Novembre.	60,00	59,93	59,88	60,61	75,05	43,14	31,91	le 13	le 23
Décembre.	51,70	51,30	50,59	50,96	69,69	30,94	38,75	le 9	le 24
Moyenne.	759,55	759,43	759,04	759,43	770,56	743,24	27,32		

	mm.
Hauteur moyenne de l'année	759,36
Différence à 9 heures du matin	+0,19
— à midi	+0,07
— à 3 heures du soir	—0,32
— à 9 heures du soir	+0,07

		mm.
Extrêmes de l'année.	*Maximum*, le 9 février	775,12
	Minimum, le 24 décembre.	730,94
Intervalle de l'échelle parcouru.		44,18

Température centigrade de l'air à Gand, en 1868.

MOIS.	Température moyenne par mois. 9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	*Maximum* moyen par mois.	*Minimum* moyen par mois.	Moyenne par mois.	*Maximum* absolu par mois.	*Minimum* absolu par mois.	Date du *maximum* absolu.	Date du *minimum* absolu.
Janvier	0°,3	2°,0	2°,3	0°,9	3°,2	-1°,6	0°,8	10°,4	- 9°,1	le 18	le 3
Février	4,8	7,4	8,0	4,5	8,8	2,1	5,4	14,1	- 2,5	le 29	le 18
Mars	7,1	9,2	9,7	5,8	11,4	2,9	7,1	16,6	- 5,0	le 15	le 19
Avril	10,5	13,2	12,7	7,9	14,8	4,1	9,4	20,0	- 1,2	le 23	le 11
Mai	19,1	21,9	22,0	15,8	23,9	10,2	17,0	29,1	2,5	le 20	le 6 et le 7
Juin	21,4	23,8	23,2	16,3	25,5	11,8	18,6	30,7	7,5	le 21	le 4 et le 9
Juillet	23,6	25,8	25,7	19,2	27,6	15,0	21,3	34,5	8,0	le 16	le 7
Août	20,9	24,7	23,3	18,4	25,1	14,5	19,8	31,7	9,7	le 12	le 24
Septembre	17,2	20,2	20,4	15,3	21,6	11,8	16,7	27,9	6,2	le 9	le 14
Octobre	9,0	12,1	12,6	8,3	14,3	6,0	10,1	18,2	- 0,2	le 1	le 20
Novembre	4,5	6,7	6,5	4,1	8,2	3,1	5,6	14,7	- 4,4	le 2	le 21
Décembre	6,5	8,6	8,6	6,9	10,0	5,1	7,5	14,1	- 0,2	le 6	le 21
Moyenne.	12,1	14,6	14,6	10,3	16,2	7,1	11,6	21,8	0,9		

Température moyenne de l'année.

D'après les *maxima* et les *minima* moyens	11°,6
— — — absolus mensuels.	11,3
— les observations de 9 heures du matin	12,1
— la température moyenne du mois d'octobre.	10,1

Extrêmes de l'année.

Maximum, le 16 juillet	34°,5
Minimum, le 3 janvier	-9,1
Intervalle de l'échelle parcouru.	43,6

Psychromètre d'August à Gand, en 1868.

MOIS.	9 H. DU MATIN.		MIDI.		3 H. DU SOIR.		9 H. DU SOIR.	
	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.
Janvier	0°,80	0°,25	2°,24	1°,47	2°,67	1°,75	1°,40	0°,60
Février	4,87	4,00	7,25	6,00	7,75	6,10	5,00	4,07
Mars	7,00	5,75	8,50	6,90	9,10	7,00	6,12	5,25
Avril	9,83	7,94	11,63	9,21	11,50	8,75	8,66	7,40
Mai	19,10	15,10	20,87	15,95	21,12	15,95	16,07	13,54
Juin	21,00	16,50	22,45	16,80	21,87	16,66	16,44	13,83
Juillet	23,04	18,16	25,00	18,43	24,65	18,10	19,46	16,53
Août	21,62	17,50	24,60	18,23	24,23	17,94	19,10	15,90
Septembre	17,20	14,20	20,13	15,27	20,56	15,33	15,78	13,50
Octobre	9,24	8,15	12,20	10,00	12,53	10,00	8,87	7,80
Novembre	5,00	4,20	6,44	5,10	6,25	4,83	4,50	3,70
Décembre	6,80	5,84	8,27	7,16	8,65	7,53	7,44	6,31
Moyenne	12,12	9,80	14,13	10,88	14,24	10,83	10,73	9,03

État hygrométrique de l'air à Gand, déduit de l'observation du psychromètre d'August, en 1868.

MOIS.	TENSION DE LA VAPEUR D'EAU contenue dans l'air.				HUMIDITÉ RELATIVE DE L'AIR.			
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.
	mm.	mm.	mm.	mm.				
Janvier	4,81	5,10	5,12	4,78	90,4	87,4	85,4	86,4
Février	6,00	6,64	6,45	5,99	87,1	83,1	78,3	86,3
Mars	6,54	6,87	6,62	6,54	83,0	79,3	73,8	87,7
Avril	7,22	7,59	7,14	7,32	77,0	72,5	68,7	83,9
Mai	10,41	10,66	10,52	10,15	62,8	58,6	57,0	75,6
Juin	11,35	10,92	11,06	10,40	61,9	54,8	57,4	74,3
Juillet	12,59	11,86	11,85	12,32	61,0	51,3	50,9	73,6
Août	12,46	11,78	11,56	11,65	65,5	51,7	52,3	71,1
Septembre	10,45	10,17	10,00	10,37	71,3	58,4	55,9	77,1
Octobre	7,80	8,17	7,96	7,64	86,3	75,3	71,9	86,4
Novembre	6,15	6,19	6,03	5,92	88,2	81,5	80,2	87,9
Décembre	6,76	7,30	7,48	6,88	86,9	85,7	85,7	85 0
Moyenne	8,54	8,60	8,48	8,33	76,8	70,0	68,1	81,3

Quantité d'eau recueillie; nombre de jours de pluie, de grêle, de neige, etc., à Gand, en 1868.

MOIS.	Quantité d'eau recueillie par mois, en millimètres.	Nombre de jours où l'on a recueilli de l'eau.	NOMBRE DE JOURS DE							
			Pluie.	Grêle.	Neige.	Gelée.	Tonnerre.	Brouillard.	Ciel entièrement couvert.	Ciel sans nuages
	mm.									
Janvier . . .	67,84	11	11	1	7	17	»	7	11	»
Février . . .	24,69	9	16	1	»	8	»	2	7	»
Mars	78,17	17	18	5	3	6	1	3	10	»
Avril	94,34	10	17	5	2	2	2	4	4	3
Mai.	80,56	8	9	1	»	»	5	1	»	2
Juin	24,38	4	9	»	»	»	2	1	1	»
Juillet . . .	77,38	7	11	1	»	»	8	»	»	»
Août	166,42	10	11	»	»	»	6	»	»	»
Septembre . .	39;75	8	11	»	»	»	1	1	1	4
Octobre . . .	154,49	13	15	1	»	1	»	5	4	»
Novembre . .	56,97	12	17	2	»	5	»	7	8	»
Décembre . .	148,93	19	22	2	»	1	»	3	4	»
TOTAL. . .	1013,92	128	167	19	12	40	25	34	50	9

État du ciel à Gand, en 1868.

MOIS.	SÉRÉNITÉ DU CIEL.					INDICATIONS DE L'ÉTAT DES NUAGES ET DU CIEL, d'après les observations faites à 9 h. du matin, à midi, à 3 et à 9 h. du soir.									
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.	Moyenne.	Ciel serein.	Cirrhus	Cirrho-cumul.	Cumulus.	Cirrho-stratus.	Cumulo stratus.	Stratus.	Nimbus.	Éclaircies.	Ciel couvert.
Janvier. . .	2,1	1,7	1,6	2,1	1,9	8	2	6	9	2	2	28	2	16	69
Février. . .	2,4	1,5	2,0	4,5	2,6	15	6	7	8	7	0	33	3	22	53
Mars. . . .	1,4	1,2	1,3	3,3	1,8	4	6	4	22	3	13	24	2	23	60
Avril. . . .	1,9	1,9	1,9	4,1	2,4	19	8	4	21	6	14	22	3	26	49
Mai	5,5	5,0	4,8	5,0	5,0	26	13	4	17	6	2	15	3	26	18
Juin. . . .	5,5	3,7	3,7	6,3	4,8	13	11	5	30	3	12	21	3	22	21
Juillet . . .	5,7	4,6	4,2	4,9	4,8	12	14	8	33	6	9	21	1	30	9
Août. . . .	4,2	3,3	2,9	5,6	4,0	10	18	6	35	5	3	24	2	26	20
Septembre. .	5,9	6,1	5,6	6,5	6,0	35	11	8	19	6	4	20	4	12	19
Octobre. . .	3,5	2,9	3,3	4,0	3,4	16	8	9	21	3	3	32	2	24	33
Novembre . .	1,5	1,6	1,3	2,4	1,7	7	4	9	9	»	3	42	»	25	61
Décembre . .	1,2	1,2	0,8	1,8	1,2	3	6	9	4	1	14	36	5	37	60
L'ANNÉE. .	3,4	2,9	2,8	4,2	3,3	168	107	79	228	48	79	318	30	289	474

Nombre d'indications de chaque vent à Gand, en 1868.

(D'après les observations faites trois fois par jour, à 9 h. du matin, à midi et à 3 h. du soir.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	3	»	9	2	9	»	1	1	14	8	11	9	9	3	11	»
Février	2	1	»	»	»	»	»	»	6	3	25	13	18	9	8	»
Mars	9	»	4	»	»	»	3	1	12	3	17	2	18	4	13	4
Avril	15	»	1	»	3	2	4	1	12	1	9	4	11	3	18	3
Mai	3	2	9	5	8	»	4	6	13	1	6	4	12	»	14	1
Juin	6	»	9	1	2	»	1	1	3	1	3	4	9	3	30	14
Juillet	7	»	5	1	18	»	»	1	1	1	1	3	13	3	24	12
Août	1	»	3	»	»	2	12	6	12	»	15	7	14	8	2	5
Septembre	2	»	9	»	13	2	5	3	8	1	12	2	3	4	22	»
Octobre	4	»	3	»	5	»	3	2	11	»	17	7	22	9	5	1
Novembre	7	»	17	»	7	»	3	1	11	4	10	5	14	1	7	2
Décembre	2	»	»	»	2	1	7	1	31	2	25	5	10	»	3	»
L'ANNÉE	61	3	69	9	67	7	43	24	134	25	151	65	153	47	157	42

Pression atmosphérique à Liége, en 1868, par M. D. Leclercq.

MOIS.	Hauteurs moyennes du Baromètre par mois. 9 heures du matin.	Midi	Maximum absolu.	Minimum absolu.	Différes ou variations mensuelles.	Maxima principaux du mois. 1ers.	2mes.	3mes.	Minima principaux du mois. 1ers.	2mes.	3mes.	Dates des maxima principaux.	Dates des minima principaux.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		
Janvier	755,21	755,16	766,84	731,07	35,77	762,53	766,84	765,55	749,21	731,07	743,34	les 10, 16, 30	les 13 et 20 janv., le 1 février.
Février	60,57	60,58	69,92	43,34	26,58	68,31	69,92	65,48	50,14	50,86	47,46	les 5, 16, 29	les 8 et 23 févr., le 1 mars.
Mars	55,75	55,72	68,25	28,30 (²)	39,95	62,40	65,95	68,25	28,30	50,06	»	les 3, 14, 29	les 8 et 24
Avril	54,77	54,74	63,93	36,58	27,35	63,21	56,43	63,93	39,69	36,58	46,23	les 15 et 22 avril, le 1 mai.	les 8, 20, 24
Mai	57,04	56,60	64,65	49,60	15,05	60,70	64,65	61,94	52,70	50,23	49,60	les 6, 14, 28	les 3, 9, 23
Juin	59,49	59,22	63,85	51,05	12,80	62,82	62,67	63,85	52,84	58,50	51,05	les 6, 16, 26	les 2, 7, 22
Juillet	56,43	56,14	63,83	47,17	16,66	59,99	63,83	63,94	51,23	53,30	47,17	les 8 et 24 juillet, le 1 août.	les 4, 15, 29
Août	54,98	54,71	63,94	44,10	19,84	61,80	54,38	62,19	51,61	45,36	44,10	les 9, 15, 26	les 5, 13, 22
Septembre	53,97	53,49	63,84	44,44	19,40	63,84	63,26	53,52	57,18	56,90	45,88	les 2, 9, 26	le 27 août, les 7 et 19 septemb.
Octobre	55,89	55,62	65,40	42,68	22,72	62,46	58,12	65,40	44,44	42,68	45,90	les 6, 23, 28	le 30 sept., les 18 et 24 octobre.
Novembre	56,56	56,23	70,30 (¹)	42,47	27,83	64,98	70,30	57,80	51,30	47,70	42,47	les 1, 13, 29	le 29 oct., les 5, et 23 novemb.
Décembre	49,35	49,10	64,59	28,72	35,87	64,59	57,25	47,37	46,28	44,39	28,72	les 10, 17, 26	les 5, 11, 24
Moyenne	755,83	755,61	765,78	740,79	24,98	763,14	762,80	761,60	747,91	747,30	»		

Extrêmes de l'année . . . { *Maximum* (¹) . . . . 770,30 mm.
{ *Minimum* (²) 728,30

Intervalle de l'échelle parcouru 42,00

Température centigrade de l'air à Liége, en 1868.

MOIS.	MOYENNE PAR MOIS.		MOYENNE PAR MOIS		TEMP. moyenne par mois.	DIFFÉR^s ou variations diurnes.	MAX. absolu du mois.	MIN. absolu du mois.	DIFFÉR^s ou variations mensuelles.	MAXIMA PRINCIPAUX du mois.			MINIMA PRINCIPAUX du mois.			DATES	
	9 heures du matin.	Midi.	des *maxima* diurnes.	des *minima* diurnes.						1ers.	2mes.	3mes.	1ers.	2mes.	3mes.	DES MAXIMA principaux.	DES MINIMA principaux.
Janvier . .	0°,11	1°,53	2°,65	- 1°,98	0°,33	4°,63	9°,50	-13°,70	23,20	0°,20	9°,50	9°,80	-10°,70	- 5°,70	0°,70	les 6 et 18 janv.; le 1er février.	les 11 et 24 janv.; le 4 février.
Février . .	4,05	6,81	8,32	2,94	5,63	5,38	13,30	- 1,80	15,10	8,20	7,70	14,50	- 1,20	- 1,80	4,60	les 5, 14, 29	les 7 et 18 févr.; le 1er mars.
Mars . . .	6,47	8,41	10,15	4,30	7,22	5,85	15,00	0,10	14,90	10,90	15,00	14,20	3,40	1,10	0,10	les 4, 14, 22	les 8, 20, 25
Avril . . .	9,40	12,07	13,75	6,60	10,17	7,15	20,80	0,70	20,10	9,10	17,60	20,80	0,70	0,70	5,10	le 27 mars; les 4 et 22 avril.	le 30 mars; les 13 et 26 avril.
Mai. . . .	17,81	20,79	23,06	13,54	18,30	9,52	28,20	4,60	23,60	24,30	24,90	28,20	4,60	12,90	15,10	les 4, 10, 29	les 7 et 14 mai; le 1er juin.
Juin. . . .	19,40	22,20	23,94	14,08	19,01	9,86	29,30	7,90	21,40	25,30	27,70	29,30	7,90	10,70	12,20	les 2, 17, 20	les 9, 19, 27
Juillet. . .	21,01	23,41	25,64	16,01	20,82	9,63	32,10	11,20	20,90	24,30	30,70	32,10	11,20	15,90	11,80	le 27 juin; les 16 et 27 juillet.	les 5, 21, 25
Août . . .	19,95	22,72	24,49	15,21	19,85	9,28	30,20	10,30	19,90	28,10	30,20	23,10	12,10	12,90	10,30	les 5, 11, 27	les 2, 9, 26
Septembre.	16,04	20,23	21,96	11,71	16,84	10,25	28,50	5,20	23,30	28,50	22,90	22,20	11,70	5,20	10,30	les 8, 11, 29	le 28 août; les 15, 26 sept.
Octobre. .	9,89	12,06	14,00	6,40	10,20	7,60	22,20	1,70	20,50	16,70	14,30	12,80	3,90	1,70	2,80	les 13 et 25 octobre; le 1er novembre.	les 9, 21, 28
Novembre.	4,60	6,32	7,72	2,65	5,18	5,07	12,90	- 4,70	17,60	6,90	7,70	12,90	- 0,50	- 2,60	- 4,70	les 12, 18, 23	les 9, 16, 20
Décembre.	7,59	8,80	10,15	5,84	7,99	4,31	14,00	- 1,80	15,80	14,00	11,90	12,10	- 1,80	3,30	0,50	les 6, 16, 22	les 1, 10, 21
MOYENNE .	11,43	13,78	15,49	8,11	11,79	7,38	21,33	1,64	19,69	16,37	18,34	19,33	3,44	4,52	5,73		

TEMPÉRATURE MOYENNE DE L'ANNÉE.

D'après les *maxima* et *minima* moyens	11°,79
» les *maxima* et *minima* absolus par mois	11,48
» les deux extrêmes de l'année	9,20
» les observations de 9 h. du matin pendant l'année .	11,43
» les observations de 9 h. du m. pendant le mois d'octob.	9,89
» la température moyenne du mois d'octobre	10,20

TEMPÉRATURES EXTRÊMES DE L'ANNÉE.

Maximum, le 16 juillet	32°,10
Minimum, le 2 janvier	-13,70
Intervalle de l'échelle parcouru	45,80

Quantité d'eau recueillie; nombre de jours de pluie, de grêle, etc., à Liége, en 1868.

MOIS.	Nombre de jours de pluie, de neige et de grêle.	Quantité d'eau recueillie par mois, en millimètres.	Hauteur moy. de l'eau tombée par chaque jour de pluie, de neige et de grêle.	NOMBRE DE JOURS DE							
				Ciel sans nuages.	Pluie.	Grêle.	Neige.	Brouillard.	Tonnerre.	Ciel entièrem' couvert.	Gelée.
		mm.	mm.								
Janvier	17	61,17	3,60	2	8	3	7	16	0	21	14
Février	14	35,91	2,56	2	14	1	3	13	0	17	5
Mars	18	92,90	5,16	1	15	8	4	8	3	18	0
Avril.	19	88,11	4,64	3	19	5	5	7	2	19	0
Mai	14	28,65	2,05	10	14	0	0	9	7	6	0
Juin	8	21,90	2,74	6	8	0	0	9	2	9	0
Juillet	13	92,17	7,09	6	13	3	0	12	10	10	0
Août	14	42,78	3,05	1	14	0	0	6	6	14	0
Septembre . . .	9	15,91	1,77	12	9	0	0	21	1	5	0
Octobre	21	90,63	4,31	2	21	1	1	19	0	17	1
Novembre . . .	20	37,58	1,88	20	20	1	2	17	1	0	6
Décembre . . .	22	85,81	3,90	1	22	0	0	2	2	18	2
L'ANNÉE . . .	189	693,52	3,56	66	177	22	22	139	34	154	28

État du ciel à Liége, en 1868.

MOIS.	SÉRÉNITÉ DU CIEL.			INDICATIONS DE L'ÉTAT DES NUAGES, d'après les observations faites chaque jour, à 9 heures du matin et à midi.						
	9 heures du matin.	Midi.	Moyenne.	Cirrhus.	Cirrho-cumulus.	Cumulus.	Cirrho-stratus.	Cumulo-stratus.	Stratus.	Nimbus.
Janvier	1,58	1,58	1,58	5	0	21	4	12	33	19
Février	2,45	1,90	2,17	11	1	21	5	8	28	22
Mars	1,51	1,71	1,61	13	5	27	5	20	27	22
Avril	2,13	1,77	1,45	9	1	18	3	20	25	16
Mai.	5,58	5,58	5,58	19	3	27	4	16	5	3
Juin	4,23	4,03	4,13	21	3	31	2	19	13	7
Juillet	5,00	3,87	4,43	17	0	34	3	20	9	12
Août	2,55	2,64	2,59	18	2	32	4	23	16	9
Septembre	5,80	5,57	5,68	18	0	25	1	14	6	7
Octobre	2,13	1,68	1,90	9	1	33	2	21	26	18
Novembre.	1,23	1,07	1,15	10	1	23	2	11	31	12
Décembre.	1,77	1,90	1,83	14	1	24	3	27	27	17
L'ANNÉE. . . .	3,00	2,77	2,84	164	18	316	38	211	246	164

Nombre d'indications de chaque vent supérieur à Liége, en 1868.
(D'après les observations faites chaque jour, à 9 h. du matin et à midi.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSÉ.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	0	1	0	0	0	0	2	0	0	4	14	1	0	3	10	0
Février	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	6	0	0	0
Mars	0	0	2	1	0	1	0	0	0	1	12	3	1	4	4	0
Avril	2	0	3	0	0	0	0	0	0	3	7	1	7	0	3	0
Mai	1	0	1	0	0	1	9	1	1	2	12	0	4	2	2	0
Juin	1	2	2	0	0	0	4	0	0	0	2	3	4	1	7	0
Juillet	2	3	2	2	2	0	8	0	0	2	5	0	0	2	7	3
Août	0	0	1	0	1	1	8	1	2	2	14	1	4	4	0	0
Septembre	0	0	1	0	0	0	1	2	1	4	7	3	2	1	1	0
Octobre	0	0	1	0	0	0	2	5	0	1	11	0	5	7	5	1
Novembre	0	0	2	3	1	0	2	2	0	0	6	0	5	3	10	0
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	20	7	5	5	5	0
L'année	6	6	15	6	4	3	36	11	4	25	119	28	43	32	54	4

Nombre d'indications de chaque vent inférieur à Liége, en 1868.
(D'après les observations faites chaque jour, à 9 h. du matin et à midi.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSÉ.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	5	5	9	0	0	0	0	1	8	14	6	0	3	7	3	1
Février	3	0	0	0	0	2	0	0	6	18	14	3	1	3	5	3
Mars	0	10	3	1	0	1	0	2	4	12	9	3	3	5	8	1
Avril	8	12	4	0	0	0	1	1	2	8	13	0	1	1	8	1
Mai	4	13	14	1	0	1	2	0	2	14	2	0	1	0	7	1
Juin	4	15	4	1	0	0	1	0	2	5	4	0	1	2	17	4
Juillet	2	13	15	0	0	2	2	1	3	4	5	0	1	5	5	4
Août	0	7	2	1	0	2	0	4	3	16	12	1	1	8	3	2
Septembre	7	5	15	0	1	1	2	2	4	12	7	0	1	2	1	0
Octobre	2	6	6	0	0	0	1	2	2	20	9	0	5	2	6	1
Novembre	0	18	0	0	1	1	0	0	5	13	4	0	0	5	5	8
Décembre	1	1	1	0	0	0	5	10	4	35	3	0	1	0	0	1
L'année	36	105	73	4	2	10	14	23	45	171	88	7	19	40	68	27

Nombre d'indications de chaque vent par lequel il y a eu éclairs ou tonnerre à Liége, en 1868.

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Fevrier	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Mars	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0
Avril	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
Mai	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3	1	0	0	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Juillet	0	3	1	1	0	0	2	0	0	0	1	0	0	1	1	0
Août	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0
Septembre	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Octobre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Novembre	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
L'année	0	4	1	1	0	1	10	0	0	3	10	1	0	3	1	0

Nombre d'indications de chaque vent par lequel il tombait de la pluie, de la neige ou de la grêle à Liége, en 1868.

(D'après les observations relevées chaque jour à 9 h. du matin et à midi.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	0	2	4	0	0	0	0	0	1	5	3	0	1	1	2	0
Février	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	2	3	2	1	0
Mars	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	0	5	7	1
Avril	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	1	4	0	3	0
Mai	0	1	0	0	0	0	3	1	0	4	3	0	2	0	0	0
Juin	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	1	1	0	3	0
Juillet	0	2	0	0	0	0	3	0	0	2	2	0	0	0	2	2
Août	0	0	0	0	0	1	2	0	1	0	7	0	0	1	2	0
Septembre	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3	3	1	0	0	0	0
Octobre	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	4	0	3	5	3	1
Novembre	0	5	1	0	0	0	1	1	0	3	1	0	1	2	3	2
Décembre	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	8	4	3	1	1	0
L'année	3	13	5	0	0	1	11	4	3	32	45	12	18	17	27	6

Nombre d'indications de très-forts vents ou tempêtes à Liége, en 1868.

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	3	1	0	1	2	1
Février	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	1	0	1	0
Mars	0	1	0	0	0	0	0	0	1	4	4	0	1	3	3	0
Avril	0	2	0	0	0	0	0	0	1	4	5	0	2	0	1	1
Mai	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	0	0	0
Juin	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
Juillet	0	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0
Août	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	5	0	1	1	0	0
Septembre	0	1	3	0	0	0	1	0	1	4	3	0	0	0	0	0
Octobre	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	1	0	2	0
Novembre	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	1	0	2	0	1	3
Décembre	1	0	0	0	0	0	0	3	1	15	2	0	1	0	0	1
L'année	2	12	8	0	0	0	1	3	11	47	27	1	12	5	16	6

Pression atmosphérique à Ostende, en 1868, par M. Cavalier.

MOIS.	HAUTEUR MOYENNE DU BAROMÈTRE PAR MOIS. 9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	6 heures du soir.	9 heures du soir.	Minuit.	*Maximum* absolu par mois.	*Minimum* absolu par mois.	Différences ou variations mensuelles.	DATE du *maximum* absolu.	DATE du *minimum* absolu.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm	mm.	mm.		
Janvier	760,39	760,16	759,59	759,56	759,57	759,64	770,68	737,04	33,64	le 16	le 20
Février	65,71	65.85	65,26	65,50	65,66	65,35	76,98	45,65	31,33	le 9	le 29
Mars	61,35	61,71	61,49	61,75	61,87	61,55	75,97	33,28	42,69	le 29	le 8
Avril	60,57	60,70	60,43	60,35	60,60	60,50	72,90	39,05	33,85	le 2	le 20
Mai	62,64	62,46	62,02	61,88	62,42	62,41	70,97	53,31	17,66	le 14	le 23
Juin	65,47	65,45	65,25	65,05	65,46	65,30	70,99	54,99	16,00	le 26	le 22
Juillet	62,44	62,53	62.19	62,05	62,42	62,45	71,18	52,52	18,66	le 24	le 29
Août	59,81	59,72	59,40	59,25	59,25	59,67	69,71	44,37	25,34	le 1	le 22
Sept. (du 1er au 15).	64,97	64,77	64,35	64,18	64,51	64,57	70,20	59,12	11,08	le 9	le 14
Septembre *	58,84*	58,75*	58,42*	58,42*	58,59*	58,72*	70,20*	48,22*	21,98*	le 9*	le 30*
Octobre	60,83	60,68	60,36	60,60	60,71	60,74	71,39	45,64	25,75	le 28	le 24
Novembre	61,84	61,59	61,30	61,48	61,64	61,36	77,19	42,61	34,58	le 13	le 22
Décembre	52,62	52,28	51,37	51,54	51,72	51,77	71,30	31,35	39,95	le 9	le 24
Moy. de l'année	761,55 761,04*	761,49 760,99*	761,08 760,59*	761,10 760,62*	761.32 760,83*	761,28 760,79	772,45 772,45*	744,91 744.00*	27,54 28,45*	le 13 nov.	le 24 déc.

		mm.
Extrêmes de l'année	*Maximum*	777,19
	Minimum	731,35
	Intervalle de l'échelle parcouru	45,84

(*) Les nombres marqués d'un astérisque représentent la pression du mois de septembre, d'après mes observations faites pendant la première quinzaine de ce mois, combinées avec celles de l'Observatoire de Bruxelles pendant la dernière quinzaine du même mois; celles-ci ont subi la correction de +4mm,82.

Température centigrade de l'air à Ostende, en 1868.

MOIS.	TEMPÉRATURE MOYENNE PAR MOIS. 9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	6 heures du soir.	9 heures du soir.	Minuit.	*Maximum* moyen par mois.	*Minimum* moyen par mois.	Moyenne par mois.	*Maximum* des moyennes diurnes.	*Minimum* des moyennes diurnes.	*Maximum* absolu par mois.	*Minimum* absolu par mois.	DATE du *maximum* absolu.	DATE du *minimum* absolu.
Janvier	1°,70	2°,83	3°,06	2°,54	2°,36	2°,03	3°,90	0°,10	2°,00	9°,50	-4°,80	11°,20	-7°,00	le 17	le 3
Février	5,89	7,29	7,65	6,77	5,65	5,22	8,18	3,54	5,86	9,65	3,10	13,90	-0,60	le 29	le 18
Mars	6,86	8,35	8,68	7.58	6,84	6,25	9.36	4,27	6,81	10,50	2,95	14,30	0,30	le 14	le 19
Avril	9,63	10,85	11,06	10,32	8,68	7,98	11,93	5,89	8,91	14,40	4,80	17,80	2,30	le 22	le 10
Mai	16,53	17,86	17,79	17,14	14,32	13,20	19,59	10,64	15,11	21,75	8,75	29,00	4,20	le 29	le 6
Juin	18,20	19,19	19,35	19,22	16,13	15,03	20.54	13,00	16,77	21,50	13,10	27,10	8,70	le 20	le 4
Juillet	20,68	21,63	21,71	21,25	19,12	17,76	23,06	15,46	19,26	23,75	14.80	29,20	11,30	le 26	le 7
Août	19,56	21,07	21,39	•20,70	18,81	16,99	22,35	14,70	18,53	23,05	14,55	29,10	11,40	le 4	le 26
Sept. (1-15).	19,76	21,54	21,45	19,88	18,05	16,31	20,60	13,00	16,80	22,90	13,35	29,80	9,10	le 6	le 13
Octobre	10,61	12,32	12,75	11,60	10,84	10,09	13,89	8,17	11,03	14,20	7,25	18,80	3,30	le 13	le 21
Novemb.	5,93	6,96	7,14	6,57	5,81	5,64	8,02	3,97	6,00	11,80	0,30	13,20	-2,40	le 1	le 21
Decemb.	7,57	8,72	9,08	8,54	8,26	7,97	10,38	5,64	8,01	13,65	3,05	15,90	1,50	le 6	le 20
Moyenne.	11,91	13,22	13,43	12.66	11,24	10,37	14,32	8,20	11,26	16,38	6,77	20,77	3,51	le 6 sept.	le 3 janv.

TEMPÉRATURE MOYENNE DE L'ANNÉE.

D'après les *maxima* et *minima* moyens	11°,26
» » » des moyennes diurnes	11,57
» » » absolus mensuels	12,14
» les observations de 9 h. du matin	11,91
» » » » et 9 h. du soir.	11,57
» la température moyenne du mois d'octobre	11,03

EXTRÊMES DE L'ANNÉE.

Maximum	29°,80
Minimum	-7,00
Intervalle de l'échelle parcouru	36°,80

Psychromètre d'August à Ostende, en 1868.

MOIS.	9 H. DU MATIN.		MIDI.		3 H. DU SOIR.		6 H. DU SOIR.		9 H. DU SOIR.		MINUIT.	
	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.
Janvier. . .	1°,70	0°,90	2°,85	1°,77	3°,06	1°,95	2°,54	1°,60	2°,36	1°,50	2°,03	1°,22
Février. . .	5,89	4,79	7,29	5,80	7,65	6,06	6,77	5,29	5,65	4,41	5,22	4,15
Mars	6,86	5,49	8,35	6,35	8,68	6,48	7,58	5,90	6,84	5,42	6,25	5,16
Avril	9,63	7,70	10,85	8,58	11,06	8,66	10,32	8,32	8,68	7,21	7,98	6,71
Mai.	16,53	13,24	17,86	14,01	17,79	13,88	17,14	13,77	14,32	12,14	13,20	11,39
Juin	18,20	14,65	19,19	15,09	19,35	15,15	19,22	15,05	16,13	13,65	15,03	13,04
Juillet . . .	20,68	17,20	21,63	17,67	21,71	17,76	21,25	17,54	19,12	16,44	17,76	15,63
Août	19,56	16,23	21,07	17,05	21,39	17,20	20,70	16,91	18,81	15,95	16,99	14,94
Sept. (1-15)	19,76	15,76	21,54	16,55	21,45	16,77	19,88	16,41	18,05	15,18	16,31	13,93
Octobre . .	10,61	8,84	12,32	9,74	12,75	10,00	11,60	9,45	10,84	8,92	10,09	8,57
Novembre .	5,95	4,64	6,96	5,45	7,14	5,60	6,37	5,07	5,81	4,72	5,64	4,50
Décembre .	7,57	6,53	8,72	7,45	9,08	7,75	8,54	7,31	8,26	7,02	7,97	6,88
MOYENNE. .	11,91	9,66	13,22	10,46	13,43	10,60	12,66	10,22	11,24	9,38	10,37	8,84

État hygrométrique de l'air à Ostende, déduit de l'observation du psychromètre, en 1868.

MOIS.	TENSION DE LA VAPEUR D'EAU contenue dans l'air.						HUMIDITÉ RELATIVE DE L'AIR.					
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	6 heures du soir.	9 heures du soir.	Minuit.	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	6 heures du soir.	9 heures du soir.	Minuit.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.						
Janvier . .	4,89	5,01	5,07	5,05	5,06	4,99	86,9	82,7	82,5	85,0	86,1	86,6
Février . .	6,20	6,41	6,47	6,20	5,95	5,94	84,9	79,9	79,0	80,0	82,3	84,4
Mars . . .	6,31	6,36	6,32	6,34	6,29	6,38	80,9	74,3	72,4	77,7	80,7	85,0
Avril . . .	7,07	7,34	7,30	7,18	7,11	6,98	76,2	73,6	72,2	74,3	81,4	85,5
Mai . . .	9,60	9,81	9,67	9,92	9,51	9,23	68,2	64,5	63,8	67,8	77,1	80,1
Juin . . .	10,46	10,46	10,45	12,40	10,36	10,22	67,4	63,5	62,9	63,0	75,5	79,5
Juillet . .	12,58	12,69	12,78	12,73	12,40	12,07	70,0	66,8	66,9	68,4	75,6	79,8
Août . . .	11,83	12,12	12,16	12,14	11,89	11,59	70,3	65,9	64,9	67,3	73,8	80,1
Sept. (1-15)	11,06	11,10	11,48	11,91	11,28	10,62	64,9	58,7	61,1	69,4	73,2	76,5
Octobre . .	7,77	7,79	7,84	7,90	7,72	7,54	79,0	71,3	69,9	75,6	77,4	79,2
Novembre .	6,04	6,24	6,30	6,21	6,19	6,06	82,2	79,5	79,3	82,1	84,8	83,8
Décembre .	7,03	7,36	7,47	7,31	7,16	7,18	86,4	84,1	83,3	84,4	84,1	86,0
MOYENNE. .	8,40	8,56	8,61	8,61	8,41	8,23	76,4	72,1	71,5	74,6	79,3	82,0

Quantité de pluie, de grêle, etc.; nombre de jours de pluie, de grêle, etc.; et sérénité du ciel à Ostende, en 1868.

MOIS.	Quantité de pluie.	Quantité de neige.	Quantité d'eau recueillie par mois en millimètres	Nombre de jours où l'on a recueilli de l'eau.	NOMBRE DE JOURS DE							SÉRÉNITÉ DU CIEL.						
					Pluie.	Grêle.	Neige.	Tonnerre.	Brouill.	Ciel couvert.	Ciel serein.	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	6 heures du soir.	9 heures du soir.	Minuit.	MOYENNE.
	mm.	mm.	mm.															
Janvier.	40,530	13,590	54,120	18	17	3	7	0	13	8	0	1,94	1,90	2,06	1,61	2,58	2,74	2,14
Février.	18,490	»	18,490	10	13	0	0	0	5	3	0	2,41	2,97	2,66	3,52	5,00	3,83	3,40
Mars . .	33,440	4,900	38,340	20	22	5	2	0	6	6	0	1,74	2,97	2,48	2,58	4,32	3,00	2,85
Avril . .	38,855	»	38,855	18	21	4	0	2	4	6	3	2,10	2,70	3,37	3,57	3,93	4,50	3,36
Mai. . .	17,810	»	17,810	6	10	0	0	4	2	0	3	4,97	5,06	5,19	6,00	6,06	6,55	5,64
Juin . .	26,010	»	26,010	8	11	0	0	1	1	2	2	4,70	5,57	5,83	6,60	5,87	5,93	5,75
Juillet .	15,705	»	15,705	10	12	0	0	3	0	3	2	5,68	5,32	5,03	5,61	5,84	6,36	5,64
Août . .	63,820	»	63,820	17	18	0	0	2	0	1	1	3,45	3,74	3,43	3,45	4,55	5,64	4,04
Sept. . .	66,405	»	66,405	9	12	0	0	1	2	1	6	5,67	6,37	6,07	3,73	5,37	5,67	5,48
Octob. .	68,335	»	68,335	19	16	1	0	2	3	4	1	3,00	3,26	2,74	2,94	4,16	4,35	3,41
Nov. . .	67,350	»	67,350	20	18	4	0	0	9	7	0	1,20	1,20	0,77	2,90	2,23	2,37	1,78
Déc. . .	94,945	»	94,945	23	25	2	0	1	3	5	0	1,50	1,39	1,19	2,61	2,55	1,90	1,85
L'ANNÉE.	351,695	18,490	370,185	178	195	19	9	16	48	46	18	3,20	3,54	3,40	3,76	4,37	4,40	3,78

Nombre d'indications de chaque vent inférieur à Ostende, en 1868.

(D'après la girouette, observée chaque jour à 9 h. du matin, à midi et à 3 h. du soir.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.	NOMBRE d'observations
Janvier	4	0	6	7	9	5	6	1	8	9	23	7	2	3	1	2	93
Février	1	1	0	0	0	0	0	0	5	7	19	27	14	4	5	4	87
Mars	7	8	4	0	0	1	0	1	9	6	9	19	13	9	2	5	93
Avril	15	8	9	4	0	4	2	1	3	6	8	15	7	2	2	4	90
Mai	2	11	19	3	1	4	4	2	3	5	8	5	10	7	4	5	93
Juin	13	9	10	0	2	3	0	0	0	2	4	7	13	14	9	4	90
Juillet	19	11	21	1	1	4	2	0	0	0	0	4	10	7	6	7	93
Août	2	7	3	0	3	4	2	3	7	9	11	13	10	11	7	1	93
Septembre	3	13	11	10	4	4	5	5	5	10	8	1	5	5	1	0	90
Octobre	4	3	6	1	4	1	2	1	10	11	12	10	13	13	0	2	93
Novembre	4	5	3	8	12	4	6	8	8	8	6	8	3	4	1	2	90
Décembre	0	1	2	0	0	2	6	2	26	18	21	10	5	0	0	0	93
9 heures du matin . .	22	14	27	10	14	23	16	9	38	37	54	33	34	21	7	7	366
Midi	23	28	31	18	8	10	9	9	21	29	40	49	30	32	13	16	366
3 heures du soir . . .	29	35	36	6	14	3	10	6	25	25	35	44	41	26	18	13	366
L'ANNÉE. . .	74	77	94	34	36	36	35	24	84	91	129	126	105	79	38	36	1098

Vents remarquables et leurs directions à Ostende, en 1868.

MOIS.	GRANDS.	TRÈS-GRANDS.	EXTRAORDINAIRES.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE.	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.
Janvier . . .	3	5	3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	5	5	»	»	1	2	»
Février . . .	2	3	4	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	3	2	»	0	2	1
Mars. . . .	4	7	3	1	1	»	»	»	»	»	»	»	»	1	2	4	2	3	»
Avril. . . .	1	4	4	»	»	2	»	»	»	»	»	»	»	3	2	2	»	»	»
Mai	»	1	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Juin	1	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Juillet . . .	1	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Août. . . .	4	»	2	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	3	»	3	»	»
Septembre. .	3	»	»	»	2	»	»	»	»	»	»	»	»	1	»	»	»	»	»
Octobre. . .	3	1	3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	1	1	»	4	1	»
Novembre . .	2	2	2	»	»	1	»	»	»	»	»	»	»	»	2	1	»	2	»
Décembre . .	3	4	3	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	4	6	»	»	»	»
L'ANNÉE. .	29	27	24	2	3	5	1	»	»	»	»	»	5	18	18	7	10	10	1

Radiation solaire à Ostende, en 1868.

(D'après les observations faites à midi, au moyen de l'héliothermomètre à échelle centigrade.)

MOIS.	NOMBRE d'observations.	MOYENNE.	MAXIMUM.	MINIMUM.	DIFFÉRENCE.	DATE du *maximum*.	DATE du *minimum*.
Janvier	»	»	»	»	»	»	»
Février	1	33°,00	33°,00	33,00	0°,00	le 28	le 28
Mars	4	34,19	37,70	30,30	7,40	le 14	le 19
Avril	5	37,29	39,30	35,00	4,30	les 4 et 5	le 27
Mai	6	45,42	53,50	37,70	15,80	le 29	le 6
Juin	16	48,67	54,00	44,50	9,50	le 20	le 24
Juillet	19	50,68	54,00	47,65	6,35	le 21	le 29
Août	9	49,01	52,05	44,75	7,30	le 2	le 26
Septembre	11	48,73	55,00	45,00	10,00	le 7	le 3
Octobre	7	38,86	41,10	33,15	7,95	le 9	le 28
Novembre	1	28,00	28,00	28,00	0,00	le 20	le 20
Décembre	»	»	»	»	»	»	»
L'année	79	41,38	44,76	37,90	6,86	le 7 septembre	le 20 nov.

Température centigrade de l'eau de mer à Ostende, du 1er juin 1865 au 31 mai 1868.

(D'après les observations faites à la tête de la jetée du port, à la sonde de 2 mètres, et à l'heure aussi rapprochée que possible de celle de la pleine mer du jour, pendant trois années consécutives.)

MOIS.	MOYENNE par mois.	MAXIMUM absolu par mois.	MINIMUM absolu par mois.	DIFFÉRENCE.	TEMPÉRAT. moyenne de l'air.
Janvier	4°,11	7°,50	-0°,10	7°,60	3°,38
Février	6,06	7,85	4,05	3,80	6,46
Mars	5,65	8,50	2,20	6,30	5,40
Avril	9,13	12,50	6,15	6,35	9,76
Mai	12,90	17,05	9,60	7,45	12,94
Juin	16,59	19,20	13,90	5,30	16,05
Juillet	18,24	20,90	16,30	4,60	17,37
Août	17,73	19,75	15,50	4,25	17,06
Septembre	17,11	20,30	13,30	7,00	16,35
Octobre	13,06	17,70	10,10	7,60	11,43
Novembre	9,07	12,10	6,40	5,70	7,88
Décembre	6,04	8,80	2,50	6,30	4,32
Moyenne	11,31	14,35	8,33	6,02	10,70

Tempêtes observées à Ostende, en 1868, par M. Cavalier.

Les 17 et 19 janvier.	Tempête du SSO.
» 22 et 23 »	Bourrasque du NO.
Le 1er février.	Violente tempête du SO.
» 3 »	Tempête de l'OSO.
» 5 »	Bourrasque de l'OSO.
Les 15 et 16 »	Bourrasques du N.
» 22 et 23 »	Tempête du NNO.
Le 29 »	Violente bourrasque du SO.
» 1er mars.	Violente bourrasque du SO.
Les 4 et 5 »	Très-forte bourrasque de l'OSO,
» 8 et 9 »	Tempête entre l'OSO. et l'ONO.
» 16 et 17 »	Bourrasque de l'ONO.
» 23 et 25 »	Fortes bourrasques entre l'ONO. et le NNE., accompagnées de rafales de neige et de grêle.
» 27 et 28 »	Violentes bourrasques entre le N. et le NNE.
» 8 et 9 avril.	Tempête du NE.
» 19 et 21 »	Fortes bourrasques du SO.
» 27 et 28 »	Bourrasque de l'O.
Le 30 »	Violente bourrasque de l'OSO.
» 5 mai.	Fortes bourrasques entre l'ESE. et le NE.
Les 22 et 24 août.	Forte tempête de l'OSO.
» 27, 28 et 29 »	Bourrasques de l'ONO.
Le 30 septembre.	Bourrasque du SO.
Les 19 et 20 octobre.	Forts grains du NO.
Le 23 »	Grains du SSO., grêle et tonnerre.
» 24 »	Forts grains du SO.
Les 24 et 25 »	Violente bourrasque de l'ONO.
» 29 et 30 »	Bourrasques entre l'OSO. et l'ONO.
» 3 et 4 novembre.	Tempête de l'OSO.
Le 5 »	Forts grains de l'O., pluie et grêle.
» 6 »	Très-forts grains du NO., grêle.
» 7 »	Forts grains entre le N., et le NO.; grêle et pluie.
» 8 »	Forts grains du NE., pluie et grêle.
Les 4 et 6 décembre.	Fortes bourrasques du SO.
» 6 et 7 »	Très-violente tempête de l'OSO. Cette tempête a commencé le 6, vers 11 h. du soir, et a duré jusqu'à 6 h. du matin du 7; elle était à son comble vers 4 h. du matin.
» 15 et 16 »	Forts grains de SO.
Le 24 »	Forte bourrasque de l'ONO.
Les 26 et 28 »	Tempête de l'OSO.

Pression atmosphérique à Ostende, en 1868, par M. Michel (1).

MOIS.	HAUTEUR MOYENNE DU BAROMÈTRE par mois. 9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	*Maximum* absolu DU MOIS.	*Minimum* absolu DU MOIS.	DIFFÉRENCE ou variation mensuelle.	DATE du *maximum* absolu.	DATE du *minimum* absolu.
	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		
Janvier	758,37	758,09	757,86	768,31	735,64	32,67	le 16	le 22
Février	63,37	63,51	63,17	73,35	38,73	34,62	le 9	le 1
Mars	59,21	59,71	59,64	73,37	51,25	42,12	le 29	le 8
Avril	58,47	58,43	58,48	70,74	37,55	33,19	le 2	le 20
Mai	60,63	60,36	60,00	68,62	51,41	17,21	le 14	le 23
Juin	63,39	63,57	63,51	68,23	54,15	14,08	le 26	le 22

Psychromètre à Ostende, en 1868.

MOIS.	9 H. DU MATIN.		MIDI.		3 H. DU SOIR.		MAXIMUM par mois.	MINIMUM par mois.	DATE du *maximum* absolu.	DATE du *minimum* absolu.
	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre humide.	Thermomètre sec.	Thermomètre sec.	Thermomètre sec.	Thermomètre sec.
Janvier	1°,35	0°,68	2°,21	1°,75	2°,75	1°,90	11°,00	− 7°,50	le 17	le 11
Février	5,35	4,51	6,69	5,54	7,30	5,76	13,40	0,90	le 29	le 17
Mars	6,19	5,10	7,52	5,78	7,86	5,92	13,40	1,60	le 14	le 26
Avril	8,82	7,36	9,85	7,99	10,27	8,63	15,90	3,20	le 24	le 12
Mai	15,42	12,81	16,42	13,26	16,97	13,59	29,10	7,90	le 19	le 6
Juin	17,37	14,64	18,05	14,66	20,00	15,85	24,70	12,10	le 27	le 8
Juillet	19,61	16,76	20,11	17,15	21,25	17,84	25,90	14,10	le 22	le 5
Août	18,89	16,06	20,22	16,37	21,15	16,81	29,70	14,60	le 4	le 29
Septembre	16,57	14,20	18,36	14,86	19,06	15,35	29,20	13,90	le 7	les 22 et 28
Octobre	9,90	8,82	12,22	7,15	12,32	10,02	17,20	5,90	le 12	le 20
Novembre	5,60	4,43	6,78	5,41	6,68	5,79	12,70	− 2,10	le 1	le 21
Décembre	7,04	6,12	8,46	7,26	8,04	6,91	13,20	1,20	le 5	le 20
Moyenne	11,01	9,29	12,24	9,76	12,80	10,36	19,62	5,48	le 4 août.	le 11 janv.

(1) Les observations de la pression atmosphérique n'ont pu être faites que pendant les six premiers mois de l'année, par suite de la détérioration du baromètre; celles de la température de l'air n'ont pu être données à cause de la rupture du thermomètre.

Quantité d'eau recueillie; nombre de jours de pluie, de grêle, de neige, de tonnerre, de brouillard, etc., à Ostende, en 1868.

MOIS.	Quantité d'eau recueillie par mois en millimètres.	Quantité de neige recueillie par mois en millimètres.	Nombre de jours où l'on a recueilli de l'eau.	NOMBRE DE JOURS DE							
				Pluie.	Grêle.	Neige.	Gelée.	Tonnerre.	Brouillard.	Ciel couvert.	Ciel sans nuages.
Janvier	44,848	3,024	25	15	4	6	13	»	12	10	»
Février	13,655	»	11	11	»	»	2	»	6	7	»
Mars.	35,873	0,951	26	16	5	4	1	»	4	7	»
Avril.	31,576	»	19	15	5	»	»	1	6	4	1
Mai	18,058	»	9	8	»	»	»	4	1	»	2
Juin.	24,986	»	8	8	»	»	»	2	»	»	1
Juillet.	14,684	»	10	8	»	»	»	3	»	1	2
Août.	38,833	»	14	13	»	»	»	3	»	»	»
Septembre	48,728	»	12	11	»	»	»	1	»	1	2
Octobre.	74,129	»	21	14	»	»	»	»	6	4	»
Novembre.	56,031	»	21	13	1	»	3	»	10	13	»
Décembre.	94,790	»	25	17	2	»	»	»	4	5	»
Total. . .	496,191	3,975	201	149	17	10	19	14	49	52	8

État du ciel à Ostende, en 1868.

MOIS.	SÉRÉNITÉ DU CIEL.				INDICATIONS DE L'ÉTAT DES NUAGES ET DU CIEL, d'après les observations faites à 9 h. du matin, à midi et à 3 h. du soir.									
	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	Moyenne.	Ciel serein.	Cirrhus.	Cirrho-cumul.	Cumulus.	Cirrho-stratus.	Cumulo-stratus.	Stratus.	Nimbus.	Éclaircies.	Ciel couvert.
Janvier	1,90	2,16	1,77	1,94	1	1	2	7	12	21	15	28	1	48
Février	2,48	2,93	2,48	2,63	»	4	»	7	23	9	13	12	9	32
Mars	2,26	2,55	2,32	2,38	»	5	2	8	17	32	4	19	2	33
Avril	2,90	3,73	3,50	3,38	5	3	1	6	14	44	5	7	2	18
Mai.	4,81	5,29	5,16	5,08	13	7	2	11	39	29	3	2	2	6
Juin	4,77	5,83	6,46	5,69	13	5	2	15	28	20	2	1	4	7
Juillet.	5,52	5,52	5,16	5,40	9	6	»	22	26	11	2	3	1	10
Août	3,32	3,60	3,80	3,57	3	»	2	9	28	41	»	7	2	10
Septembre	5,56	5,73	5,26	5,51	10	3	»	8	20	25	19	7	3	6
Octobre	3,29	3,74	3,29	3,44	3	2	1	8	12	47	9	13	»	16
Novembre.	1,60	1,43	1,50	1,51	»	»	»	5	4	28	26	6	1	52
Décembre.	1,74	2,23	1,90	1,97	»	2	1	5	21	27	16	17	2	33
L'année. . .	3,35	3,73	3,55	3,54	57	38	13	111	244	334	114	122	29	271

Nombre d'indications de chaque vent à Ostende, en 1868.

(D'après les observations faites trois fois par jour, à 9 heures du matin, à midi et à 3 heures du soir.)

MOIS.	N.	NNE.	NE.	ENE.	E.	ESE.	SE	SSE.	S.	SSO.	SO.	OSO.	O.	ONO.	NO.	NNO.	NOMBRE de jours.
Janvier	3	»	9	8	17	2	»	»	11	13	9	3	7	1	4	»	31
Février	2	»	»	»	»	»	»	»	19	8	13	9	15	4	13	4	29
Mars	10	»	4	1	2	»	1	»	15	8	8	1	18	5	20	»	31
Avril	17	13	5	»	7	2	2	»	3	5	8	1	16	7	4	»	30
Mai	15	16	12	1	2	3	4	»	14	»	2	»	13	6	3	»	31
Juin	27	5	3	»	6	»	»	1	3	»	1	1	10	5	26	»	30
Juillet.	28	9	14	4	3	»	1	»	1	»	»	»	13	1	16	2	31
Août	9	3	»	1	5	2	1	»	27	»	12	1	12	»	14	1	31
Septembre	9	12	9	3	12	10	8	6	8	2	1	»	2	3	3	»	30
Octobre	8	1	3	2	2	1	»	2	20	3	7	4	16	7	16	1	31
Novembre	5	1	4	5	21	2	5	5	13	4	1	6	5	»	6	»	30
Décembre	1	1	3	»	4	»	3	10	27	15	7	5	17	»	»	»	31
L'Année . . .	134	61	66	25	81	22	28	24	161	58	69	31	144	39	125	8	366

Intensité du vent à Ostende, en 1868.

(D'après les observations faites trois fois par jour, à 9 h. du matin, à midi et à 3 h. du soir.

MOIS.	0 Calme plat.	1 Sillage de 1 à 2 nœuds	2 Sillage de 3 à 4 nœuds.	3 Sillage de 5 à 6 nœuds.	4 Brise de perroquets.	5 Un ris aux huniers.	6 Deux ris aux huniers.	7 Trois ris aux huniers.	8 Les huniers au bas-ris.	9 Au bas-ris des voiles basses.	10 Ouragan.
Janvier	6	19	32	11	12	3	2	2	4	1	1
Février	»	17	20	22	19	2	2	»	1	»	4
Mars	»	27	15	12	12	6	11	6	3	»	1
Avril	»	14	28	18	6	8	11	2	3	»	»
Mai	2	27	41	11	9	2	1	»	»	»	»
Juin	»	33	41	11	3	1	1	»	»	»	»
Juillet.	1	28	40	12	10	»	2	»	»	»	»
Août	2	31	32	10	11	3	2	1	1	»	1
Septembre	2	19	46	7	13	2	2	»	»	»	»
Octobre	»	28	27	15	11	2	6	1	2	1	1
Novembre	7	22	35	10	7	5	1	1	»	2	1
Décembre	»	8	36	14	15	6	6	5	1	»	5
Total . . .	20	273	393	153	128	40	47	18	15	4	14

Pression atmosphérique (*) *et quantité d'eau tombée à Anvers, en 1868*, par M. Ad. De Boe.

(D'après les observations faites à 9 heures du matin.)

MOIS.	HAUTEUR moyenne du baromètre par mois.	MAXIMUM absolu par mois.	MINIMUM absolu par mois.	DIFFÉRENCES ou variations mensuelles.	DATE du *maximum* absolu.	DATE du *minimum* absolu.	QUANTITÉ d'eau tombée.
	mm.	mm.	mm.	mm.			mm.
Janvier	759,73	770,58	735,49	35,09	le 16	le 20	61,4
Février	65,15	73,19	48,69	24,50	le 16	le 1	33,7
Mars	60,22	73,69	35,27	38,42	le 29	le 8	64,0
Avril	59,86	71,52	29,04	42,48	le 2	le 20	61,6
Mai	60,28	69,72	54,22	15,50	le 14	le 23	37,1
Juin	64,30	69,13	56,36	12,77	le 26	le 23	19,4
Juillet	61,60	70,08	52,18	17,90	le 23	le 28	35,9
Août	65,48	66,30	52,11	14,19	le 9	le 13	58,3
Septembre	»	»	»	»	»	»	109,2
Octobre	59,99	70,05	53,22	16,83	le 28	le 19	95,0
Novembre	61,18	76,50	51,97	24,53	le 13	le 22	16,6
Décembre	62,94	67,75	34,25	33,50	le 10	le 24	102,9
Moyenne	761,88	770,77	745,71	25,06	le 13 nov.	le 20 avril.	645,1

		mm.
Extrêmes de l'année	*Maximum*	776,50
	Minimum	729,04
Intervalle de l'echelle parcouru		47,46

(*) Les observations ont été faites à 9 h. du matin, au moyen d'un baromètre Fortin, placé à 10 mètres au-dessus du sol. Une correction de +0mm,08 a été appliquée aux nombres observés.

PHÉNOMÈNES PÉRIODIQUES NATURELS. — RÈGNE VÉGÉTAL. — 1868.

NOMS DES PLANTES. (*Feuillaison*, 1868.)	BRUXELLES. — (M. Ad. Quetelet.)	ANVERS. — (M. Acar.)	GENDBRUGGE-les-Gand. — (M. Rodigas.)	OSTENDE. — (M. Lansweert.)	NAMUR. — (M. Bellynck.)
Acer campestre. L.	—	20 avril.	30 avril.	—	15 avril.
» pseudo-Platanus. L.	25 avril.	26 »	28 »	—	8 »
Æsculus Hippocastanum. L.	5 »	23 »	22 »	26 mars.	15 »
» lutea. Pers.	—	23 »	—	—	15 »
» Pavia. L.	—	20 »	27 avril.	—	15 »
Amygdalus persica. L. (β *mad.*)	1 avril.	15 »	3 mai.	10 mai.	2 »
Aristolochia Clematitis. L.	—	18 »			
» Sipho. L.	—	—	12 mai.	—	18 avril.
Berberis vulgaris. L.	1 avril.	12 avril.	21 avril.	—	1 »
Betula alba. L.	10 »	27 »	15 mai.	2 févr.	22 »
» Alnus. L.	—	—	10 »	5 avril.	26 »
Bignonia Catalpa. L.	2 mai.	—	15 »	2 »	
» radicans. L.	—	—	—	—	1 mai.
Buxus sempervirens. L.	—	19 avril.	—	—	4 avril.
Carpinus Betulus. L.	8 avril.	21 »	1 mai.	—	20 »
Cercis Siliquastrum. L.	—	—	15 »	—	1 mai.
Clematis Viticella. Willd.	7 avril.				
Colutea arborescens. L.	—	—	—	—	14 avril.
Corchorus japonicus. L.	15 mars.	—	30 avril.	—	10 févr.
Cornus mas. L.	8 avril.	9 avril.	1 mai.	—	11 avril.
» sanguinea. L.	—	—	9 »	—	11 »
Corylus Avellana. L.	28 mars.	7 avril.	27 avril.	1 avril.	10 »
Cratægus Oxyacantha. L.	3 avril.	16 »	20 »	6 »	24 mars.
Cytisus Laburnum. L.	1 »	20 »	6 mai.	—	10 avril.
Daphne Mezereum. L.	12 mars.	20 mars.	—	28 mars.	22 févr.
Evonymus europæus. L.	2 avril.	—	—	—	1 avril.
» latifolius. Mill.	—	20 avril.	—	—	1 »
Fagus Castanea. L.	—	—	4 mai.	—	4 mai.
» sylvatica. L.	—	6 mai.	6 »	—	2 »
Fraxinus excelsior. L.	29 avril.	—	22 »	—	1 »
» Ornus. L.	—	16 mai.			
Genista juncea. L.	23 avril.				
Gingko biloba. L.	—	16 mai.	19 mai.	—	20 avril.
Gleditschia triacanthos. Willd.	—	—	20 »		
Glycine sinensis. L.	15 avril.	—	16 »	—	1 mai.
Gymnocladus canadensis. L.	—	—	20 »	—	2 »

NOMS DES PLANTES. (*Feuillaison*, 1868.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.
Hippophaës rhamnoïdes. L.	—	—	—	7 avril.	14 avril.
Hydrangea arborescens. L.	—	10 mai.	—	—	15 »
Juglans nigra. Willd.	—	23 avril.			
» regia. L.	20 avril.	—	13 mai.	16 avril.	2 mai.
Ligustrum vulgare. L.	—	—	18 avril.	—	20 avril.
Liriodendron tulipifera. L.	—	9 mai.	14 mai.	—	14 »
Lonicera pallida	1 mars.				
» Periclymenum. L.	1 »	—	—	30 janv.	20 févr.
» symphoricarpos. L.	22 »	—	20 avril.	—	18 »
» tatarica. L.	20 »	—	—	—	6 »
» Xylosteum. L.	—	—	—	—	25 »
Magnolia tripetala. L.	—	—	—	—	20 avril.
» Yulan. Desf.	—	—	4 mai.	—	20 »
Mespilus germanica. L.	—	—	22 avril.	—	26 »
Morus alba. L.	2 mai.	—	—	—	2 mai.
» nigra. L.	—	—	27 mai.	17 mai.	2 »
Philadelphus coronarius. L.	23 avril.	3 avril.	24 avril.	—	16 mars.
» latifolius. L.	—	7 »			
Pinus Larix. L.	—	—	—	—	2 avril.
Platanus occidentalis. L.	—	16 avril.	20 mai.	—	20 »
Populus alba. L.	3 avril.	25 »	20 avril.	30 avril.	
» balsamifera. Willd.	10 »				
» fastigiata. Poir.	4 »	25 avril.	28 avril.	—	2 avril.
Prunus armeniaca. L. (β *abric.*).	—	—	23 »	27 avril.	14 »
» Cerasus. L. (*big. noir.*)	2 avril.	—	30 »	—	14 »
» domestica. L. (β *gr. dam. v.*)	2 »	—	28 »	—	16 »
» Padus. L.	—	9 avril.	28 »		
Ptelea trifoliata. L.	—	29 »			
Pyrus Aria	28 avril.				
» communis. L. (β *bergam.*).	2 »	—	23 avril.	12 mai.	12 avril.
» Cydonia. L.	—	—	18 »		
» japonica. L.	—	—	19 »	17 févr.	12 févr.
» Malus. L. (β *calville d'été*)	1 avril.	—	30 »	—	25 avril.
» spectabilis. Ait.	—	1 mai.	28 »		
Quercus pedunculata. Willd.	—	—	—	—	26 avril.
» sessiliflora. Smith.	23 avril.	—	—	—	26 »
Rhamnus catharticus. L.	—	—	—	—	29 »
» Frangula. L	1 mai.	—	—	—	29 »
Rhus Cotinus. L.	1 »	—	10 mai.		
» typhinum. L.	20 avril.	—	23 »		
Ribes alpinum. L.	—	—	—	—	24 févr.
» Grossularia. L.	27 févr.	—	19 avril.	27 févr.	24 »

NOMS DES PLANTES. (*Feuillaison*, 1868.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-les Gand.	OSTENDE.	NAMUR.
Ribes nigrum. L.	—	—	20 avril.	—	24 févr.
» palmatum. Hort.	8 mars.				
» rubrum. L.	6 »	—	21 avril.	23 avril.	24 févr.
Robinia pseudo-Acacia. L.	20 avril.	27 avril.	8 mai.	—	1 mai.
» viscosa. Vent.	—	—	—	—	1 »
Rosa canina. L.	10 avril.				
» centifolia. L.	28 mars.	21 avril.	—	—	22 mars.
» gallica. L.	—	—	—	—	22 »
Rubus Idæus. L.	25 mars.	30 mars.			
Salix alba. L.	—	—	—	16 avril.	
» babylonica. L.	12 avril.	—	21 avril.		
Sambucus Ebulus. L.	—	27 mars.			
» nigra. L.	6 mars.	18 »	22 avril.	27 mars.	15 févr.
» racemosa. L.	6 »	—	—	—	20 »
Secale cereale. L.	—	—	5 mai.		
Sorbus aucuparia. L.	10 avril.	15 avril.	1 »	—	12 avril.
Spiræa lævigata. L.	—	—	20 avril.		
» hypericifolia. L.	—	20 avril.			
» sorbifolia. L.	27 févr.				
Staphylea pinnata. L.	—	6 avril.	—	—	20 mars.
Syringa persica. L.	12 mars.	24 »	—	—	1 »
» rothomagensis. Hort.	—	—	—	—	1 »
» vulgaris. L.	4 mars.	20 avril.	26 avril.	20 avril.	1 »
Tilia europæa. L.	5 avril.	18 »	25 »		
» platyphylla. Vent.	—	—	—	—	3 avril.
Ulmus campestris. L.	18 avril.	27 avril.	27 avril.	—	16 »
Vaccinium Myrtillus. L.	—	—	—	—	20 »
Viburnum Lantana. L.	—	13 avril.	—	—	24 mars.
» Opulus. L. (*fl. simpl.*).	—	—	—	—	4 avril.
» » L. (*fl. plen.*).	10 avril.	—	—	—	4 »
Vitex incisus. L.	—	—	—	—	10 mai.
Vitis vinifera. L.	15 avril.	—	5 mai.	30 avril.	3 »

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1868.)	BRUXELLES. — (M. Ad. Quetelet.)	ANVERS. — (M. Acar.)	GENDBRUGGE-lez-Gand. — (M. Rodigas.)	OSTENDE. — (M. Lanszweert.)	NAMUR. — (M. Bellynck.)	VIENNE. — (M. Fritsch.)	SALZBOURG. — (M. Fritsch.)
Acer campestre. L.	—	—	—	—	5 mai.		
» pseudo-Platanus. L.	—	—	5 mai.	—	3 »		
Achillea millefolium. L.	—	3 juin.	8 »	15 juin.	1 juin.		
Aconitum decorum	—	—	18 juill.				
» Napellus. L.	—	30 juin.	—	20 juill.	8 mai.		
Æsculus Hippocastanum. L.	3 mai.	4 mai.	8 mai.	15 mai.	8 »	1 mai.	
» macrostachys. Mich.	—	10 juill.	—	—	—		
» Pavia. L.	—	10 mai.	12 mai.	—	4 mai.		
Ajuga reptans. L.	—	20 avril.	5 »	—	2 »	22 avril.	
Alisma Plantago. L.	—	23 juin.	15 juin.	1 juill.	8 juin.		
Allium ursinum. L.	—	—	—	—	3 mai.		
Alnus glutinosa. L.	—	—	19 févr.	—	24 mars.		
» sorbifolia	—	—	19 »				
Althæa officinalis. L.	—	30 juill.	—	—	25 juill.		
Amygdalus communis. L.	—	—	—	—	—	1 avril.	
» persica. L. (β *mad.*).	23 mars.	—	16 mai.	1 mars.	21 mars.		
Anchusa sempervirens. L.	23 avril.						
Anemone Hepatica. L.	—	—	5 mars.	4 févr.	—	28 févr.	
» nemorosa. L.	—	9 avril.	24 »	—	20 mars.		
Antirrhinum majus. L.	29 mai.	10 juin.	—	12 juin.	24 »		
Aquilegia vulgaris. L.	10 »						
Arabis caucasica. Willd.	4 mars.	25 mars.	—	—	12 mars.		
Aristolochia Clematitis. L.	—	15 mai.					
» Sipho. L.	—	—	16 mai.	—	7 mai.		
Arum maculatum. L.	—	13 avril.	—	—	1 »		
Asarum europæum. L.	—	20 »	—	—	15 mars.		
Asclepias Vincetoxicum. L.	—	10 mai.	—	—	27 mai.		
Asperula odorata. L.	—	10 »	1 mai.	—	26 avril.		
Astrantia major. L.	—	—	18 »	—	20 mai.		
Atropa Belladona. L.	—	30 mai.	—	8 juin.	29 »		
Azalea pontica. L.	29 avril.	—	8 mai.				
Bellis perennis. L.	—	9 avril.	27 mars.	8 févr.	20 mars.		
Berberis vulgaris. L.	8 mai.	3 mai.	18 mai.	—	1 mai.	2 mai.	
Betula alba. L.	—	—	—	21 févr.	—	7 avril.	
» Alnus. L. (fl. mâles)	—	—	—	4 »			
Bignonia Catalpa. L.	20 juin.	—	—	26 juin.	—	17 juin.	
» radicans. L.	—	—	—	—	28 juill.	25 avril.	
Borago officinalis. L.	—	—	—	26 janv.			
Bryonia dioïca. Jacq	—	—	30 mai.	—	13 mai.		
Buphthalmum cordifolium. L.	17 juill.	3 juill.					
Buxus sempervirens. L..	25 mars.	—	—	—	—	25 avril.	

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1868.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUG-GE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	VIENNE.	SALZBOURG.
Campanula glomerata. L.	27 mai.						
» persicifolia. L.	6 juin.	—	1 juin.	—	20 mai.		
» Trachelium. L.	—	—	—	—	—	—	6 juill.
Cardamine pratensis. L.	—	—	—	15 avril.	24 mars.		
Cassia marylandica. L	—	—	—	—	22 août.		
Centaurea Cyanus. L.	—	—	4 juin.	7 juill.			
Cercis Siliquastrum. L.	—	6 mai.	10 mai.	—	2 mai.		
Cheiranthus Cheiri. L.	25 mars.	14 avril.	30 avril.	—	18 avril.		
Chelidonium majus. L.	—	4 mai.	1 mai.	—	1 mai.		
Chrysanthemum Leucanthemum. L.	—	—	14 »	—	18 »	24 mai.	
Chrysocoma Linosyris. L.	—	—	—	—	18 août.		
Clematis Viticella. Willd.	23 juin.						
Colchicum autumnale. L.	20 août.	27 août.	5 sept.	2 sept.	24 août.	—	20 août.
Colutea arborescens. L.	—	—	25 mai.	—	12 mai.		
Convallaria bifolia. L.	—	—	—	—	10 »		
» majalis. L.	29 avril.	12 mai.	6 mai.	—	2 »	5 mai.	
Convolvulus arvensis. L.	16 juin.	—	10 juin.	—	26 »		
» sepium. L.	—	—	4 »	—	17 juin.		
Corchorus japonicus. L.	18 avril.	5 mai.	28 avril.	—	14 avril.		
Cornus mas. L.	28 févr.	26 févr.	16 mars.	—	15 févr.	8 mars.	
» sanguinea. L.	—	—	19 mai.	—	1 juin.	18 mai.	
Corydalis digitata. L.	—	—	—	—	15 mars.		
Corylus Avellana. L.	—	8 févr.	17 févr.	30 déc. 1867. 28 janv. 1868.	4 févr.		
Cratægus Oxyacantha. L.	3 mai.	8 mai.	12 mai.	4 juin.	5 mai.	3 mai.	
Crocus mœsiacus. Sims.	—	—	—	—	1 mars.		
» cæruleus.	3 mars.	—	—	—	1 »		
» sativus. Willd.	—	—	—	19 janv.			
» vernus. Sw.	27 févr.	28 févr.	10 mars.				
Cynoglossum officinale. L.	—	—	—	21 févr.			
» omphalodes. L.	—	20 mars.					
Cytisus Laburnum. L.	3 mai.	6 mai.	4 mai.	—	5 mai.	2 mai.	
Daphne Laureola. L.	—	—	—	—	4 mars.		
» Mezereum. L.	27 févr.	3 mars.	—	21 févr.	18 févr.	7 févr.	
Delphinium Ajacis. L.	8 juin.						
Dianthus barbatus. L.	28 mai.						
» caryophyllus. L.	22 juin.						
Dictamnus albus. L. (*fl. purp.*).	—	—	26 mai.	—	18 mai.		
Digitalis purpurea. L.	26 mai.	10 juin.	10 juin.	—	28 »	24 mai.	
Dodecatheon Meadia. L.	—	—	4 mai.				
Dracocephalum altiense. Willd.	—	—	16 »				
Epilobium spicatum. Lam.	—	20 juin.					
Equisetum arvense. L.	—	—	—	—	15 avril.		

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1868.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	VIENNE.	SALZBOURG.
Erica vulgaris L.	—	—	—	—	26 juill.		
Erythronium Dens canis. L.	—	19 mars.					
Evonymus europæus. L.	12 mai.	—	16 mai.	—	13 mai.		
» latifolius. Mill.	—	27 avril.					
Fagus sylvatica. L.	—	—	5 mai.				
Fragaria vesca. L. (β *Hortens.*).	29 avril.	—	20 avril.	—	—	3 mai.	
Fritillaria imperialis. L.	—	12 avril.	7 »	—	—	12 avril.	
Galanthus nivalis. L.	25 févr.	10 févr.	16 févr.	29 janv.	10 févr.	25 févr.	
Genista sibirica	—	—	4 mai.				
Gentiana cruciata. L.	—	—	2 juin.				
Georgina mutabilis.	28 juin.						
Geranium macrorhizum. Willd.	18 mai.						
» pratense. L.	—	—	—	—	24 mai.		
» sanguineum. L.	—	—	—	—	2 »		
Gladiolus communis. L.	29 mai.	—	6 juin.				
Glechoma hederacea. L.	—	—	24 avril.	—	26 mars		
Glycine sinensis. L.	3 mai.	—	10 mai.	—	2 mai.		
Hedysarum Onobrychis. L.	—	—	—	—	6 »		
Helleborus fœtidus. L.	—	24 févr.	15 févr.	—	6 mars.		
» hiemalis. L.	—	—	18 »	—	15 févr.		
» niger. L.	25 févr.	2 févr.	10 »	—	24 janv.	7 févr.	
» viridis. L.	—	4 mars.	—	—	12 févr.		
Hemerocallis cœrulea. Andr.	—	—	—	—	10 juill.		
» flava. L.	24 mai.	—	22 mai.	—	12 juin.		
» fulva. L.	—	—	6 juin.	—	29 »	6 juin.	
Hibiscus syriacus. L.	—	—	10 août.	—	27 juill.		
Hieracium aurantiacum. L.	—	—	—	—	18 mai.		
Hippophaë rhamnoïdes. L.	—	—	—	12 avril.			
Hyacinthus botryoïdes. L.	8 mars.	—	—	—	20 mars.		
» orientalis. L.	25 »	9 avril.	20 avril.	—	26 »		
Hydrangea arborescens. L.	—	—	—	—	27 juin.		
Hypericum perforatum. L.	—	10 juin.	6 juin.	—	—	4 juin.	
Iberis sempervirens. L.	13 avril.	20 avril.	3 mai.	—	2 avril.		
Ilex Aquifolium. L.	—	10 mai.	6 »	—	2 mai.		
Iris flava	18 mai.						
» germanica. L.	11 »	6 mai.	14 mai.	—	25 mai.		
» pumila. L.	12 avril.	14 avril.	18 avril.	—	5 »		
» Xiphium. Ehrh.	18 mai.						
Juglans regia. L.	—	—	28 avril.	3 juin.			
Kalmia latifolia. L.	—	—	2 juin.				
Koelreuteria paniculata. Lam.	—	—	10 juill.				
Lamium album. L.	—	20 avril.	28 avril.	—	28 avril.		

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1868.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	VIENNE.	SALZBOURG.
Leontodon Taraxacum. L.	18 mars.	13 avril.	22 mars.	—	22 mars.	3 avril.	
Leuconium album. L.	—	—	—	4 févr.			
Liatris spicata. L.	—	—	28 juin.				
Ligustrum vulgare. L.	—	10 juin.	3 »	—	4 juin.		
Lilium candidum. L.	—	—	15 »	—	26 »		
» croceum. L.	28 mai.						
» flavum. L.	—	—	10 juin.	—	18 juin.		
Liriodendron tulipifera. L.	—	14 juin.					
Lonicera Caprifolium. L.	27 mai.						
» Periclymenum. L.	—	—	2 juin.	—	24 mai.		
» symphoricarpos. L.	26 mai.	—	20 mai.	—	24 »		
» tatarica. L.	9 »	—	—	—	12 avril.		
» Xylosteum. L.	—	—	—	—	1 mai.	3 mai.	
Lychnis chalcedonica. L.	—	14 juin.	6 juin.	—	28 juin.		
Lysimachia nemorum. L.	—	3 mai.	2 »				
» vulgaris. L.	—	—	—	—	—	—	6 juill.
Lythrum Salicaria. L.	—	—	16 juin.	—	28 mai.		
Magnolia grandiflora. L.	10 mai.						
» tripetala. L.	—	—	5 avril.	—	19 avril.		
» Yulan. Desf.	—	15 avril.	9 »	—	19 »		
Malva sylvestris. L.	—	10 juin.	3 juin.	—	18 juin.		
» Tournefortii	1 juin.						
Melissa officinalis. L.	—	5 août.	28 août.	—	19 juill.		
Mespilus germanica. L.	—	—	10 mai.	—	19 mai.		
Mitella grandiflora. Pursch	—	—	—	—	2 »		
Morus nigra. L	—	—	—	6 juin.			
Narcissus Jonquilla. L.	10 mai.	3 mai.	6 mai.				
» poeticus. L.	29 avril.	25 avril.	15 »	—	28 avril.	4 mai.	
» pseudo-narcissus. L.	8 mars.	—	15 avril.	10 mars.	10 »		
Nymphæa alba. L.	—	—	22 mai.				
» lutea. L.	—	—	—	—	1 juill.		
Ornithogalum umbellatum. L.	10 mai.	16 avril	9 mai.	—	6 mai.		
Orobus vernus. L.	—	—	27 avril.				
Oxalis acetosella. L.	—	—	—	—	25 mars.		
» stricta. L.	—	—	—	—	28 mai.		
Pachysandra procumbens. Mich.	6 avril.						
Papaver bracteatum. L.	—	20 mai.	15 mai.				
» orientale. L.	—	12 juin.	20 »	—	24 mai.		
» Rhœas. L.	—	—	25 mars.	—	20 »		
Paris quadrifolia. L.	—	—	—	—	1 »		
Philadelphus coronarius. L.	18 mai.	—	16 mai.	—	22 »		
Phlox verna. L.	—	20 mai.	2 juin.				

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1868.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-LEZ-GAND.	OSTENDE.	NAMUR.	VIENNE.	SALZBOURG.
Physalis Alkekengi. L.	—	—	8 juill.				
Plantago major. L.	—	—	1 »				
Pœonia decussata	4 mai.						
» officinalis. L.	10 »	18 mai.	—	—	—	15 mai.	
Polemonium album. L.	—	4 juin.					
» cœruleum. L.	—	—	20 mai.	—	4 mai.		
Polygonum Bistorta. L.	—	13 mai.	—	—	22 »		
Populus alba. L.	—	—	2 mai.	4 mars.			
» fastigiata. Poir.	28 mars.	—	16 avril.	—	24 mars.		
Primula Auricula. L.	2 avril.						
» elatior. L.	—	—	25 avril.	—	20 mars.	6 avril.	
» grandiflora. Des jard.	—	—	—	—	6 févr.		
» veris. L.	2 avril.	1 avril.	—	21 févr.			
Prunus armeniaca. L. (β *abric.*)	—	—	10 avril.	20 mars.	15 mars.	4 avril.	
» Cerasus. L. (β *bigarr. n.*)	8 avril.	—	11 »	—	20 avril.		
» domestica. L. (β *g. dam. v.*)	8 »	—	21 »	—	10 »		
» Padus. L.	—	27 avril.	4 mai.	—	—	23 avril.	
» spinosa. L.	—	—	2 avril.	—	12 avril.		
Ptelea trifoliata. L.	—	—	4 juin.	—	24 mai.		
Pulmonaria officinalis. L.	—	15 avril.	17 avril.	—	14 mars.		
» virginica. Nich.	—	—	12 »				
Pyrus communis. L. (β *berg.*)	15 avril.	18 »	12 »	7 mai.	18 avril.	22 avril.	
» Cydonia. L.	—	—	15 mai.				
» japonica. L.	30 mars.	1 avril.	17 avril.	4 mars.	10 avril.		
» Malus. L. (β *calv. d'été.*)	15 avril.	—	27 »	—	21 »		
» spectabilis. Ait.	—	28 avril.	27 »				
Ranunculus aconitifolius. L.	1 mai.						
» acris. L. (*fl. simpl.*)	26 avril.						
» » (*fl. plen.*)	—	—	14 mai.	—	6 mai.		
» aquatilis. L.	—	—	—	28 avril.			
» Ficaria. L.	—	3 avril.	6 avril.	—	20 mars.	4 avril.	
Rhamnus Frangula. L.	—	—	31 mai.	—	14 mai.		
Rheum undulatum. L.	24 avril.	2 mai.	16 »				
Rhododendron dahuricum. L	—	—	29 févr.	—			
» ponticum. L.	6 mai.	18 mai.	—	—	18 mai.		
Rhus Cotinus. L.	—	—	4 juin.	—	24 »		
» Typhina. L.	—	—	20 »				
Ribes alpinum. L.	—	—	—	—	1 avril.		
» Grossularia. L. (*Fr. vir.*)	2 avril.	—	23 mars.	17 mars.	1 »		
» nigrum. L.	—	—	26 avril.	—	15 »		
» palmatum. Hort.	28 mars.						
» rubrum. L.	2 avril.	—	30 mars.	20 avril.	10 avril.		

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1868.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	VIENNE.	SALZBOURG.
Ribes sanguineum	25 mars.						
Robinia Caragana. Hérit.	28 avril.						
» pseudo-Acacia. L.	22 mai.	31 mai.	22 mai.	—	20 mai.	18 mai.	
Rosa canina. L.	—	—	—	—	—	20 »	
» centifolia. L.	26 mai.	3 juin.	—	—	28 mai.		
» gallica. L.	30 »	12 »	—	—	28 »		
» japonica	24 »						
Rubus Idæus. L.	18 »	—	16 mai.	—	—	10 mai.	
Ruta graveolens. L.	—	12 juin.	—	—	15 juin.		
Salix alba. L.	—	—	—	20 janv.			
» babylonica. L.	—	—	15 avril.				
» capræa. L.	—	—	8 »	—	25 mars.		
Salvia officinalis. L.	—	—	—	—	28 mai.	24 mai.	
Sambucus Ebulus. L.	—	—	—	—	5 juin.		
» nigra. L.	20 mai.	18 juin.	25 mai.	1 juin.	22 mai.	21 mai.	
» racemosa. L.	29 avril.	16 avril.	—	—	20 avril.		
Sanguinaria canadensis. L.	—	—	2 mai.				
Saxifraga crassifolia. L.	31 mars.	12 avril.	26 avril.	—	28 mars.		
» umbrosa. L.	3 mai.						
Scabiosa arvensis. L.	—	—	—	—	25 mai.		
» succisa. L.	—	—	—	—	—	—	25 juill.
Scrophularia nodosa L.	—	—	—	—	18 mai.		
Secale cereale. L.	—	—	2 juin.				
Sedum acre. L.	—	9 juin.	6 »	—	1 juin.		
» album. L.	—	14 »	—	—	26 »		
» Telephium. L.	—	—	15 juin.	—	6 août.	—	19 août.
Solanum dulcamara. L.	—	28 mai.	1 »	—	1 juin.		
Solidago virgaurea. Ait.	—	—	—	—	—	—	10 juill.
Sorbus aucuparia. L.	3 mai.	2 mai.	10 mai.	—	6 mai.		
Spartium scoparium. L.	—	—	—	—	1 »		
Spigelia marylandica. L.	—	—	28 juin.				
Spiræa Aruncus. L.	—	—	12 mai.				
» filipendula. L.	—	17 juin.	29 »	—	27 juin.		
» hypericifolia. L.	—	—	—	10 févr.			
» macrophylla.	—	—	19 mai.				
Staphylea pinnata. L.	6 mai.	27 avril.	2 »	—	1 mai.		
Statice Armeria. L.	—	—	11 »				
» Limonium. L.	—	—	13 juill.				
Symphytum asperrimum. Marsch.	3 mai.						
» officinale. L.	—	10 mai.	8 mai.	—	6 mai.		
Syringa persica. L.	29 avril.	—	4 »	—	28 avril.		
» vulgaris. L.	25 »	28 avril.	6 »	—	25 »	30 avril.	

NOMS DES PLANTES. (*Floraison*, 1868.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-les-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.	VIENNE.	SALZBOURG.
Taxus baccata. L.	—	—	—	—	16 févr.	8 mars.	
Thalictrum aquilegifolium	12 mai.						
Thymus Serpillum. L.	—	—	—	—	2 juill.		
» vulgaris. L.	—	—	14 mai.				
Tiarella cordifolia. L.	—	3 mai.	—	—	4 mai.		
Tilia americana. L.	19 juin.						
» europæa. L.	1 »	—	28 juin.				
» microphylla. Vent.	—	—	—	—	—	8 juin.	
Tradescantia virginica. L.	16 mai.	15 mai.	27 mai.	—	24 mai		
Trifolium pratense L.	—	—	3 »	—	10 »	7 mai.	
Triticum sativum. L. (β *hyber.*).	—	—	—	—	—	25 »	
Trollius europæus. L.	—	30 avril.	—	—	6 mai.		
Tulipa Gesneriana. L.	24 avril.	28 »	—	—	1 »		
Tussilago Farfara. L.	—	—	—	—	11 mars.		
» fragans. Willd.	—	20 mars.					
Ulmus campestris. L.	—	30 »	—	—	—	16 mars.	
Vaccinium Myrtillus. L.	—	—	2 mai.	—	1 mai.		
Valeriana rubra. L.	1 juin.	15 mai.	—	—	12 »		
Veratrum nigrum. L.	—	—	29 août.				
Verbena officinalis. L.	—	—	—	—	18 juin.		
Veronica gentianoïdes. L.	—	13 mai.	8 mai.	—	10 mai.		
» sibirica. Gmel.	2 juill.						
» spicata. L.	—	12 juin.	—	—	25 juin.		
» Teucrium. Riv.	14 avril.						
Viburnum Lantana. L.	—	6 mai	1 mai.	—	24 avril.		
» Opulus. L. (*fl. simpl.*)	—	10 »	—	—	8 mai.	12 mai.	
» » (*fl. plen.*).	12 mai.	—	10 mai.	—	6 »		
Vinca minor. L.	3 mars.	17 mars.	25 avril.	—	12 avril.		
Viola odorata. L.	4 »	12 »	—	6 mars.	2 févr.	23 mars.	
Vitis vinifera. L.	29 mai.	—	—	—	9 juin.		
Waldsteinia geoïdes. Kit.	—	2 avril.	—	—	25 mars.		

NOMS DES PLANTES. (*Fructification*, 1868.)	BRUXELLES. — (M. Ad. Quetelet.)	GENDBRUGGE-les-Gand. — (M. Rodigas.)	OSTENDE. — (M. Lanszweert.)	VIENNE. — (M. Fritsch)	SALZBOURG. — (M. Fritsch.)
Acer pseudo-Platanus. L.	—	18 sept.			
Achillea millefolium. L.	—	26 juin.			
Æsculus Hippocastanum. L	—	5 oct.	9 oct.		
Avena sativa. L.	—	10 juill.			
Berberis vulgaris. L.	—	—	—	—	16 juill.
Betula alba. L.	—	—	3 juin.		
Corylus Avellana. L.	—	7 sept.	10 août.		
Cratægus Oxyacantha. L.	—	30 août.	20 oct.		
Cytisus Laburnum. L.	—	27 »			
Daphne Mezereum. L.	—	—	1 juill.	8 juin.	
Fragaria vesca. L. (β *hortens.*)	2 juin.				
Hippophaë rhamnoïdes. L.	—	—	4 août.		
Juglans regia. L.	—	30 sept.			
Leontodon Taraxacum. L.	—	—	—	3 mai.	
Ligustrum vulgare. L.	—	2 oct.	—	—	28 août.
Lonicera Periclymenum. L.	—	—	1 août.		
Mespilus germanica. L.	—	15 oct.			
Morus nigra. L.	—	17 août.	27 juill.		
Physalis Alkekengi. L.	—	18 sept.			
Prunus armeniaca. L. (β. *abric.*).	—	15 août.			
» Cerasus. L. (β *bigarr. n.*)	1 juin.	20 juin.	—	6 juin.	
» » acida	—	—	—	—	3 juill.
» padus. L.	—	—	—	15 juin.	
Pyrus communis. L.	—	—	1 sept.		
» japonica. L.	—	—	17 »		
» Malus. L.	—	—	—	—	26 juill.
Ribes Grossularia. L.	24 juin.	2 juill.	8 juill.		
» nigrum. L.	—	28 juin.			
» rubrum. L.	12 juin.	26 »	27 juin.		
Robinia pseudo-Acacia. L.	—	27 juill.			
Rubus Idæus. L.	15 juin.	20 juin.	—	14 juin.	
Salvia officinalis. L.	—	—	—	23 »	
Sambucus nigra. L.	—	12 juill.	15 août.	—	20 juill.
Secale cereale. L.	—	10 août.	—	23 juin.	
Sorbus aucuparia. L.	—	—	—	—	8 juill.
Syringa vulgaris. L.	—	—	16 oct.		
Vaccinium Myrtillus. L.	—	17 juin.			
Viburnum Lantana. L.	—	—	—	—	20 juill.
» Opulus. L. (*fl. simpl.*)	—	—	—	—	28 »
Vitis vinifera. L. (β. *chass. doré.*)	—	10 sept.			

NOMS DES PLANTES. (*Chute des feuilles*, 1868.)	BRUXELLES. — (M. Ad. Quetelet.)	ANVERS. — (M. Acar.)	GENDBRUGGE-lez-Gand. — (M. Rodigas.)	OSTENDE. — (M. Lanszweert.)	NAMUR. — (M. Bellynck.)
Acer campestre. L.	28 oct.	14 nov.	3 nov.	—	2 nov.
» pseudo-Platanus. L.	24 »	10 »	6 »	—	28 oct.
Æsculus Hippocastanum. L.	10 »	4 »	3 »	2 nov.	25 »
» lutea. Pers.	—	—	—	—	14 »
» Pavia. L.	—	—	1 nov.	—	25 »
Amygdalus communis. L.	—	17 nov.			
» persica. L. (β *mad.*).	30 oct.	—	18 nov.	3 nov.	4 nov.
Aristolochia Sipho. L.	—	—	28 oct.	—	15 oct.
Berberis vulgaris. L.	10 nov.	2 nov.	15 nov.	—	12 nov.
Betula alba. L.	28 oct.	15 oct.	20 »	28 oct.	2 »
» Alnus. L.	—	—	—	8 »	6 »
Bignonia Catalpa. L.	3 nov.	12 oct.	—	1 nov.	1 »
» radicans. L.	—	—	—	—	6 »
Carpinus Betulus L.	—	20 oct.	15 nov.	—	10 »
Cercis Siliquastrum. L.	—	—	16 »	—	2 »
Colutea arborescens. L.	—	—	2 oct.	—	1 »
Corchorus japonicus. L.	6 nov.	—	14 »	—	20 »
Cornus mas. L.	10 »	20 nov.	16 nov.	—	15 »
» sanguinea. L.	—	—	1 »	—	15 »
Corylus Avellana. L.	3 nov.	28 oct.	8 »	3 nov.	6 »
Cratægus Oxyacantha. L.	3 »	28 »	—	20 »	1 »
Cytisus Laburnum. L.	1 »	6 nov.	16 nov.	—	20 »
Daphne Mezereum. L.	—	—	—	8 nov.	20 »
Evonymus europæus. L.	5 nov.	20 nov.	17 nov.	—	4 »
Fagus Castanea. L.	14 oct.	—	—	—	8 »
» sylvatica L.	—	30 nov.	—	—	20 »
Fraxinus excelsior. L.	—	30 »	4 nov.	—	15 »
Gingko biloba. L.	—	—	3 »	—	4 »
Glycine sinensis. L.	15 nov.	18 nov.	26 »	—	20 »
Gymnocladus canadensis. Lam.	—	—	—	—	15 oct.
Hippophaë rhamnoïdes. L.	—	—	—	3 nov.	20 nov.
Hydrangea arborescens. L.	16 nov.	—	—	—	4 »
Juglans regia. L.	—	—	10 nov.	30 nov.	2 »
Ligustrum vulgare. L.	—	—	—	—	2 »
Liriodendron tulipifera. L.	—	6 nov.	6 nov.	—	1 »
Lonicera Periclymenum. L.	—	26 oct.	—	20 nov.	2 »
» symphoricarpos. L.	10 nov.	22 »	—	—	10 »
» tatarica. L.	2 »	—	—	—	20 »
» Xylosteum. L.	—	—	—	—	12 »
Mespilus germanica. L.	6 nov.	—	5 nov.	—	6 »
Morus alba. L.	15 »	—	—	—	6 »

NOMS DES PLANTES. (*Chute des feuilles*, 1868.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez Gand.	OSTENDE.	NAMUR.
Morus nigra. L.	—	17 nov.	4 nov.	2 nov.	6 nov.
Philadelphus coronarius. L.	5 nov.	14 »	5 »	—	7 »
Pinus Larix. L.	—	—	—	—	1 »
Platanus occidentalis. L.	—	23 oct.	23 nov.	—	3 »
Populus alba. L.	30 oct.	6 nov.	7 »	30 nov.	
» fastigiata. Poir.	3 nov.	16 »	11 »	—	7 nov.
Prunus armeniaca. L. (β *abric.*).	5 nov.	21 »	—	10 nov.	2 »
» Cerasus. L. (*big. noir.*)	26 oct.	27 sept	6 nov.	—	1 »
» domestica. L. (β *gr. dam. v.*).	—	27 oct.	4 »	—	7 »
» Padus. L.	28 oct.	20 »	3 »	—	
Ptelea trifoliata. L.	—	—	—	—	20 nov.
Pyrus communis. L. (β *bergam.*).	6 nov.	27 oct.	2 nov.	30 oct.	2 »
» Cydonia. L.	—	—	—	5 »	
» japonica. L.	5 nov.	10 nov.	21 oct.	30 nov.	29 oct.
Pyrus Malus. L. (β *calville d'été*)	1 »	30 oct.	6 nov.	—	3 nov.
Quercus pedunculata. Willd.	—	—	15 »	—	20 »
» sessiliflora. Sm.	—	22 nov.	—	—	20 »
Rhamnus catharticus. L.	—	—	—	—	12 »
» Frangula. L.	—	—	—	—	12 »
Rhus Cotinus. L.	—	—	—	—	28 oct.
» typhinum. Wild.	30 oct.	13 oct.	4 nov.		
Ribes alpinum. L.	—	—	—	—	12 nov.
» Grossularia. L.	30 oct.	20 oct.	—	30 oct.	12 »
» nigrum. L.	—	20 »	2 nov.	—	12 »
» rubrum L.	25 oct.	20 »	4 »	29 oct.	12 »
Robinia pseudo Acacia. L.	—	15 »	16 »	—	20 »
Rosa centifolia L.	—	18 »	—	—	20 »
» gallica. L.	—	—	—	—	20 »
Rubus Idæus. L.	8 nov.	30 oct.	6 nov.		
Salix alba. L.	—	30 »	2 »	20 nov.	
Sambucus nigra. L.	—	—	4 »	27 »	25 oct.
» racemosa. L.	—	—	—	—	28 »
Sorbus aucuparia. L.	—	8 nov.	5 nov.	—	2 nov.
Spiræa hypericifolia. L.	—	16 »	—	12 nov.	
Staphylea pinnata. L.	—	—	4 nov.	—	6 nov.
Syringa persica. L.	—	28 oct.	18 »	—	3 »
» rothomagensis Hort.	—	—	—	—	3 »
» vulgaris. L.	—	28 oct.	25 nov.	20 nov.	3 »
Tilia parvifolia. Hoffm.	30 oct.	6 nov.			
» platyphylla. Vent.	25 »	14 »	9 nov.	—	3 nov.
Ulmus campestris. L.	29 »	6 »	—	—	5 »

NOMS DES PLANTES. (*Chute des feuilles*, 1868.)	BRUXELLES.	ANVERS.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	OSTENDE.	NAMUR.
Vaccinium Myrtillus. L.	—	—	—	—	1 nov.
Viburnum Lantana. L.	—	—	—	—	20 »
» Opulus. L. (*fl. simpl.*)	—	25 oct.	9 nov.	—	12 »
» » (*fl. plen.*)	—	—	—	—	12 »
Vitex incisus. L.	—	—	—	—	22 oct.
Vitis vinifera. L. (β *chass. doré.*)	1 nov.	—	8 nov.	10 nov.	6 nov.

PHÉNOMÈNES PÉRIODIQUES NATURELS.

RÈGNE ANIMAL.

Observations faites dans les environs de Bruxelles, en 1867, par MM. J.-B. Vincent et fils.

OISEAUX.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Février	12.	*Motacilla alba.* Arrivée.
	12.	*Fringilla cœlebs.* Chante.
Mars	4.	*Regulus ignicapillus.* Repasse.
	15.	*Matacilla alba.* Arrivée générale.
	16.	*Motacilla flava.* Arrivée.
	19.	*Hirundo rustica.* Arrivée.
	23.	*Buteo variegatus.* Repasse.
	24.	*Ciconia alba.* Repasse.
	24.	*Saxicola rubicola.* Arrivée.
	24.	*Trochilus rufa.* Arrivée.
	24.	*Anthus arboreus.* Arrivée.
	24.	*Ruticilla tithys.* Arrivée.
	24.	*Emberiza miliaria.* Arrivée.
	28.	*Hirundo riparia.* Arrivée.
Avril	4.	*Sylvia atricapilla.* Arrivée.
	7.	*Hirundo urbica.* Arrivée.
	10.	*Cypselus apus.* Arrivée.
Avril	12.	*Ruticilla luscinia.* Arrivée.
	19.	*Sylvia curruca.* Arrivée.
	21.	*Trochilus sibilatrix.* Arrivée.
	22.	*Cuculus canorus.* Arrivée.
	22.	*Emberiza hortulana.* Arrivée.
	22.	*Muscicapa ficedula.* Arrivée.
	24.	*Coturnix dactylisonans.* Arrivée.
	27.	*Sylvia hortensis.* Arrivée.
	28.	*Saxicola rubecula.* Arrivée.
	28.	*Calamoherpe turdoïdes.* Arrivée.
	30.	*Totanus hypoleucos.* Repasse.
Mai	3.	*Oriolus galbula.* Arrivée.
	5.	*Muscicapa griseola.* Arrivée.
	5.	*Lanius rufus.* Arrivée.
	7.	*Calamoherpe arundinacea.* Arrivée.
	7.	*Hypolaïs icterina.* Arrivée.
	27.	*Calamoherpe palustris.* Arrivée.

PÉRIODE D'AUTOMNE.

Août 11. *Saxicola œnanthe.* Émigre.
19. *Anthus arboreus.* Départ.
23 au 24 (Nuit du). *Numenius arquata.* Passe.

Octobre 14. *Corvus cornix.* Émigre.
15. *Alauda arvensis.* Émigre.
15. *Fringilla cœlebs.* Émigre.

Octobre 15. *Fringilla montifringilla.* Émigre.
15. *Linota cannabina.* Émigre.
15. *Emberiza citrinella.* Émigre.
19. *Turdus musicus.* Passe.
19. *Fringilla montana.* Émigre.
19. *Corvus frugilegus.* Émigre.
19. *Corvus corone.* Émigre.

MAMMIFÈRES.

Février 14. *Vespertilio pipistrellus.* Vole.

INSECTES.

Février 12. *Geotrupes stercorarius.* Vole.
14. *Colias rhamni.* Vole.
14. *Vanessa urticæ.* Vole.

Observations faites dans les environs de Bruxelles, en 1868, par MM. J.-B. Vincent et fils.

OISEAUX.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Février 28. *Fringilla cœlebs.* Chante.

Mars 11. *Motacilla alba.* Arrive.
21. *Ruticilla tithys.* Arrive.
23. *Saxicola rubicola.* Arrive.

Avril 4. *Trochilus rufa.* Arrive.
5. *Hirundo rustica.* Arrive.
5. *Motacilla flava.* Arrive.
7. *Sylvia atricapilla.* Arrive.
9. *Hirundo riparia.* Arrive.
10. *Ruticilla luscinia.* Arrive.
10. *Anthus arboreus.* Arrive.

Avril 18. *Cuculus canorus.* Arrive.
22. *Sylvia curruca.* Arrive.
22. *Oriolus galbula.* Arrive.
22. *Coturnix dactylisonans.* Arrive,
29. *Muscicapa griseola.* Arrive.
29. *Cypselus apus.* Arrive.

Mai 4. *Calamoherpe arundinacea.* Arrive.
5. *Hypolaïs icterina.* Arrive.
7. *Calamoherpe turdoïdes.* Arrive.
12. *Calamoherpe palustris.* Arrive.

PÉRIODE D'AUTOMNE.

Juillet	22.	*Cypselus apus.* Départ général.
Août	12.	*Totanus hypoleucos.* Passe.
	14 au 15.	(Nuit du). *Numenius arquata.* Passe.
	15.	*Saxicola œnanthe.* Émigre.
Septembre	2.	*Anthus arboreus.* Émigre.
	2.	*Motacilla flava.* Émigre.
Septembre	18.	*Turdus musicus* Passe.
	27.	*Alauda arvensis.* Émigre.
	28.	*Parus major.* Émigre.
	29.	*Regulus ignicapillus.* Émigre.
Octobre	8.	*Fringilla cannabina.* Émigre.
	20.	*Corvus monedula.* Émigre.

MAMMIFÈRES.

Février	25.	*Vespertilio pipistrellus.* Vole.

INSECTES.

Février	26.	*Colias rhamni.* Vole.
Avril	25.	*Melolontha vulgaris* Vole.

Observations faites à Melle, près de Gand, en 1868, par M. le professeur Bernardin.

OISEAUX.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Janvier	2.	*Turdus pilaris.* Passe.
	18.	*Anser segetum.* Passe.
Février	6.	*Alauda arvensis.* Chante.
	7 et 8.	*Corvus corone* et *C. cornix.* Passent en troupes.
	13.	*Fringilla cœlebs.* Chante.
	18.	*Fringilla domestica.* S'apparie.
	25.	*Corvus pica.* Nidifie.
	29.	*Astur nisus.* Passe.
Mars	22.	*Accentor modularis.* Chante.
	27.	*Larus ridibundus.* Séjourne.
Avril	1.	*Ciconia alba.* Passée.
	7.	*Emberiza citrinella.* Chante.
Avril	8.	*Hirundo rustica.* Arrive.
	21.	*Sylvia luscinia.* Chante.
	21.	*Cuculus canorus.* Arrive.
	23.	*Cypselus apus.* Arrive.
	25.	*Sylvia atricapilla.* Chante.
	30.	*Hirundo rustica.* Nidifie.
	30.	*Oriolus galbula.* Chante.
Mai	12.	*Sylvia luscinia.* Quatre œufs.
	21.	*Oriolus galbula.* Chante pour la 2e fois.
	23.	*Sylvia luscinia.* Petits.
Juin	1.	— — Petits volent.
	21.	*Rallus crex.* Crie.

PÉRIODE D'AUTOMNE.

Août	12 et 23.	*Hirundo rustica.* S'assemble.
Septembre	20.	— — S'assemble.
	24.	— — Passe en masse.
Octobre	5.	*Corvus corone.* Arrive.
Octobre	9.	*Hirundo rustica.* Vu un individu une dernière fois.
	27.	*Anser segetum.* Passe.
	28 et 30.	*Turdus viscivorus.* Passe.
Novembre	27.	*Anser segetum.* Passe.

MAMMIFÈRES.

Février 29. *Vespertilio pipistrellus.* Vole.

REPTILES.

Février 25. *Rana temporaria.* Réveil.
Avril 23. — — Crie.

POISSONS.

Février 28. *Cyprinus auratus.* A la surface.
Avril 24. — — Fraie.

INSECTES.

Février 28. *Apis mellifica.* Vole.
Mars 19. *Vanessa urticæ.* Vole.
21. *Hydrometra stagnorum.* Paraît.
Mai 10. *Agrion minium.* Vole.
10. *Melolontha vulgaris.* Vole.
Juin 13. Staphylins.
15. *Cossus ligniperda.*
16. Staphylins.
Juillet 15. — Quantité énorme.
Août 28. *Vanessa atalanta.* Vole.
Septembre 7. *Papilio Machaon.* Vole.
27. *Vanessa atalanta.* Vole.
27. *Pieris brassicæ.* Vole.
Octobre 2. *Aphis.* Passent.
11. *Vanessa atalanta.* Vole.
13. *Aphis* verdâtres. Passent.
13. *Aphis populi.* Passent.

Observations faites à Ostende, en 1868, par M. ÉDOUARD LANSZWEERT, pharmacien.

OISEAUX.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Janvier 4. *Ruticilla rubecula.* Vu plusieurs individus.
6. *Anser segetum.* Grand passage.
6. *Anas boschas* et *A. Penelope.* Passent.
Janvier 9. *Cygnus musicus.* Passe, allant vers l'E.
9 et 10. *Turdus musicus.* Arrive en masse dans les dunes.
14. Milan brun. Un individu.

Janvier 17. *Anser segetum*. Passe en masse vers le NO.
18. *Anas boschas*. Grand passage.
Février 2. Petit Guillemot. Pris deux individus.
Mars 5. *Anas boschas* et *A. Penelope*. Grand passage.
5. *Alauda arvensis*. Chante.
12. *Vanellus cristatus*. Arrive.
Mars 12. *Scolopax calidris. Lath.* Passe.
12. *Anser segetum*. Passe, se dirigeant vers l'E.
Avril 9. *Hirundo urbica*. Arrive.
16 et 17. *Scolopax calidris*. Passe la nuit.
18. *Calidris arenaria* Passe par bandes.
25. *Cypselus apus*. Arrivée.
Mai 1. *Cuculus canorus*. Chante.

PÉRIODE D'AUTOMNE.

Septembre 4. *Cypselus apus*. Départ.
15 et 16. *Hirundo urbica*. Départ commence.
18. — — Départ général.
Octobre 1. *Corvus cornix*. Arrive.
Octobre 4. *Hirundo urbica*. Départ des retardataires.
Décembre 12. *Anser segetum*. Au soir grand passage.

REPTILES.

Mars 2. *Triton punctatus*. Ponte.
2. *Rana temporaria*. Réveil.
16. — — Ponte.

POISSONS.

Avril 24. *Scomber scombrus*. Apparaît.
Octobre 3 et 14. *Clupea harangus*. Apparaît.
20 au 26. — *sprattus*. Apparaît en masse.

INSECTES.

Février 11. Gyrins. Nagent.
18. *Melolontha vulgaris*. Un individu.
28. Premières mouches.
28. Essaims de cousins.
Mars 27. *Melolontha vulgaris*. Apparaît.
Juin 17. — *fullo*. Apparaît.
Septembre 8. De 10 1/2 à 11 1/4 h. du matin des nuées d'*Aphis persica* se dirigeant du NO. au SE., couvrent un partie de la ville.
18. Nuées de fourmis ailées couvrant la partie E. de la ville.

Observations faites à Waremme, en 1868, par M. de Selys-Longchamps.

OISEAUX.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Mars 12. *Motacilla alba.* Arrivée.
28. *Phyllopneuste rufa.* Arrivée.
Avril 2. *Ruticilla tithys.* Arrivée. (Liége.)
10. *Hirundo rustica.* Quelques individus.
18. — — En grand nombre.
18. *Ruticilla luscinia.* Arrivée.
Avril. 18. *Sylvia atricapilla.* Arrivée.
18. — *hortensis.* Arrivée.
22. — *Curruca.* Arrivée.
25. *Cypselus apus.* Arrivée. (Liége.)
28. *Muscicapa ficedula.* Commence à passer.

PÉRIODE D'AUTOMNE.

Août 19 *Upupa epops.* Passe.
Septembre 20. *Turdus musicus.* Commence à passer.
27. *Hirundo.* Départ principal.
27. *Nucifraga caryocatactes.* Passage accidentel jusqu'au 10 octobre.
Octobre 2. *Turdus torquatus.* Passage.
4, 5 et 12. *Grus cinerea.* Passage.
Octobre 8. *Corvus cornix.* Arrive.
12. *Fringilla montifringilla.* Arrive.
Décembre 3. *Colias Rhamni.* Vole encore. (Thermomètre : + 12° C.)
6 *Larus minutus.* Passage accidentel en Flandre pendant la tempête.

Observations faites à Vienne, en 1868, par M. Charles Fritsch.

OISEAUX ET INSECTES.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Février 26. *Vanessa urticæ.* Vole.
27. *Gonopteryx Rhamni.* Vole.
28. *Apis mellifica.* Vole.
28. *Geotrupes stercorarius.* Apparait.
28. *Gyrinus mergus.* Apparait.
Février 28. *Opatrum sabulosum.* Apparaît.
Mars 20. *Dorcadion rufipes.* Apparaît.
22. *Eristalis æneus.* Vole.
23. *Hydrometra lacustris.* Apparait.
23. *Podarcis muralis.* Apparait.

Avril 2. *Bombus terrestris*. Vole.
5. *Coccinella 7. punctata*. Apparaît.
5. *Phryne vulgaris*. Apparaît.
6. *Hirundo rustica*. Arrivée.
16. — *urbica*. Arrivée.
21. *Triton cristatus*. Apparaît.
22. *Syrphus pyrastri*. Vole.
24. *Rhizotrogus æquinoctialis*. Vole.
29. *Bibio Marci*. Apparaît.
29. *Cetonia aurata*. Apparaît.
Mai 6. *Bombus lapidarius*. Vole.
6. *Gastrophysa polygoni*. Apparaît.
6. *Scatophaga stercoraria*. Apparaît.
7. *Cantharis rustica*. Apparaît.
8. *Cypselus apus*. Arrivée.
10. *Ammophila sabulosa*. Vole.
10. *Bibio hortunalus*. Vole.
10. *Dorcadion morio*. Apparaît.
10. *Libellula 4. maculata*. Vole.
Mai 10. *Vanessa C. album*. Vole.
10. *Platystoma seminationis*. Vole.
13. *Gryllus campestris*. Chante.
13. *Vanessa Cardui*. Vole.
17. *Ephemera vulgata*. Vole.
17. *Pieris Brassicæ*. Vole.
19. *Lycæna Alexis*. Vole.
19. *Syromastes marginatus*. Apparaît.
22. *Crioceris merdigera*. Apparaît.
23. *Syritta pipiens*. Vole.
27. *Aporia Cratægi*. Vole.
29. *Libellula depressa*. Vole.
29. *Xylocopa violacea*. Vole.
Juin 1. *Clythra læviuscula*. Apparaît.
1. *Macroglossa Stellatar*. Vole.
6. *Scolia bifasciata*. Vole.
20. *Epinephele Janira*. Vole.
20. *Liparis Salicis*. Vole.
27. *Locusta viridissima*. Chante.

Observations faites à Salzbourg, en 1868, par M. Charles Fritsch.

OISEAUX ET INSECTES.

PÉRIODE DE PRINTEMPS.

Juillet 5. *Arginnis Paphia*. Vole.
6. *Epinephele Janira*. Vole.
12. *Porthesia chrysorhoea*. Vole.
13. *Tropicoris rufipes*. Apparaît.
Juillet 20. *Zygæna Loniceræ*. Vole.
21. *Sphinx Convolvuli*. Vole.
Août 3. *Thecla Betulæ*. Vole.

PÉRIODE D'AUTOMNE.

Juin 24. *Cantharis rustica*. Disparaît.
Juillet 13. *Melolontha vulgaris*. Disparaît.
13. *Phyllopertha horticola*. Disparaît.
14. *Mordella aculeata*. Disparaît.
17. *Hoplia squammosa*. Disparaît.
22. *Osmylus chrysops*. Disparaît.
25. *Arge Galatea*. Disparaît.
27. *Aporia cratægi*. Disparaît.
Août 1. *Lygæus equestris*. Disparaît.
1. *Porthesia Chrysorhoea*. Disparaît.
4. *Gryllus campestris*. Cesse de chanter.
Août 5. *Lacon murinus*. Disparaît.
7. *Ragonycha melanura*. Disparaît.
8. *Leptura rubrotestacea*. Disparaît.
12. *Calopteryx Virgo*. Disparaît.
14. *Sargus cuprarius*. Disparaît.
16. *Trichodes apiarius*. Disparaît.
16. *Thecla Betulæ*. Disparaît.
24. *Trichius fasciatus*. Disparaît.
24. *Zygæna Filipendulæ*. Disparaît.
25. *Chrysomela fastuosa*. Disparaît.
27. *Panorpa communis*. Disparaît.

OBSERVATIONS FAITES A DES ÉPOQUES DÉTERMINÉES.

État de la végétation le 21 mars 1868.

(Pour la Feuillaison, on représente par 1, feuillage complet; 3/4, feuilles aux trois quarts de leur grandeur; 1/2, moitié grandeur; 1/4, quart de grandeur; 1/8, bourgeons ouverts ou très-petites feuilles initiales; par *bourgeons*, on entend seulement ceux qui sont à moitié ouverts, et par 0, on entend absence de feuillaison.)

NOMS DES PLANTES.	GENDBRUGGE-lez-Gand. — (M. Rodigas.)	MELLE. — (M. Bernardin.)	GEMBLOUX. — (M. Malaise.)	NAMUR. — (M. Bellynck.)	WAREMME. — (MM. Ghaye et de Selys.)	LIÉGE. — (M. Dewalque)
Feuillaison.						
Æsculus Hippocastanum	0	0	0	0		
» lutea	—	0				
» Pavia	—	0				
Alnus glutinosa	0	—	0	0		
Amygdalus persica	Bourgeons.	Bourgeons.	0	0		
Aristolochia Sipho	—	0				
Arum maculatum	—	—	—	1/2	1/2	1/2
Berberis vulgaris	0	Bourgeons.	Bourgeons.	Bourgeons.		1/4
Betula alba	0	0	—	0		
Bignonia Catalpa	—	0				
» radicans	—	0				
Carpinus Betulus	0	0	0	0		
Cercis Siliquastrum	—	0				
Colutea arborescens	—	—	0			
Corchorus japonicus	Bourgeons.	3/8	1/8	1/3	—	1/4
Cornus mascula	0	0	0	0		
» sanguinea	0	0	0			
Corylus Avellana	0	Bourgeons.	Bourgeons.	0	—	Bourgeons.
Cratægus Oxyacantha	Bourgeons.	1/8	0	Bourgeons		
Cytisus Laburnum	0	Bourgeons.	0	1/2	1/4	3/4
Daphne Mezereum	—	—	1/8			
Evonymus europæus	—	Bourgeons.				
Gingko biloba	—	0				
Gleditschia horrida	—	0				
Glycine sinensis	—	0				
Hydrangea hortensis	—	1/4	—	Bourgeons.		
Juglans regia	—	0				
Larix europæa	Petits bourg.	—	—	0	—	1/4
Ligustrum vulgare	—	1/4				
Liriodendron tulipifera	—	0				
Lonicera alpigena	—	—	—	—	—	1/8
Lonicera Caprifolium	—	—	—	—	—	3/4
» Periclymenum	—	1/2	1/4	1/2	1/2	1/2
» Symphoricarpos	Bourgeons.	1/4	1/8	1/4		

NOMS DES PLANTES.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	MELLE.	GEMBLOUX.	NAMUR.	WAREMME.	LIÉGE.
Feuillaison (*suite*).						
Lonicera tatarica	—	1/8				
» Xylosteum	—	—	1/4	Bourgeons.	—	1/2
Magnolia Yulan	0					
Mespilus germanica	Bourgeons.	Bourgeons.	0			
Philadelphus coronarius	Petits bourg.	1/4	Bourgeons.	1/8	—	1/4
Populus alba	0	0	—	0		
» balsamifera	—	0				
» fastigiata	0	—	0			
Prunus armeniaca	Petits bourg.	Bourgeons.	0	0	—	1/8
» Cerasus	0	Id.	0	0	—	Bourgeons.
» domestica	0	—	0			
» Padus	0	—	—	0		
Pyrus communis	Petits bourg.	Bourgeons.	0	0		
» Cydonia	—	—	—	—	—	Bourgeons.
» japonica	Bourgeons.	1/2	1/8	1/3	—	1/2
» Malus	—	—	—	—	—	1/8
Rhus coriaria	—	0				
» Cotinus	—	0				
Ribes alpinum	—	—	—	1/2	1/4	
» Grossularia	1/8	1/2	1/8	1/4	1/4	3/4
» nigrum	1/8	3/8	Bourgeons.	1/4	1/4	
» rubrum	0	De 0 à 1/2	Id.	1/4	1/8	1/2
» sanguineum	1/4	—	1/8	1/4	1/4	Bourgeons.
» Uva-crispa	—	—	1/8	1/2	1/4	
Robinia pseudo-Acacia	—	0				
Rosa centifolia	—	—	Bourgeons.			
» gallica	—	—	—	—	1/4	
Rubus Idæus	—	—	—	—	—	1/2
Salix babylonica	1/6	1/4	—	—	1/8	1/2
Sambucus nigra	1/6	1/4	1/8	1/4	1/4	1/4
Sorbus aucuparia	0	Bourgeons.				
Spiræa sorbifolia	0	—	—	1/8	1/2	1/2
Staphylea pinnata	Bourgeons.	—	—	Bourgeons.		
Syringa persica	Id.	—	Bourgeons.	1/8	—	1/4
» vulgaris	1/4	3/8	Id.	1/8	1/4	1/4
Tilia europæa	—	0				
Tussilago Petasites	—	—	—	—	—	1/4
Ulmus campestris	Bourgeons.	0	0	—		
Viburnum Lantana	0	—	—	Bourgeons.	—	Bourgeons.
» Opulus	Petits bourg.	Bourgeons.	—	Id.	—	1/8
Vitis vinifera	—	0				

NOMS DES PLANTES.	GENDBRUGGE-lez-Gand. — (M. Rodigas.)	MELLE. — (M. Bernardin.)	GEMBLOUX. — (M. Malaise.)	NAMUR. — (M. Bellynck.)	WAREMME. — (MM. Ghaye et de Selys.)	LIÉGE. — (M. Dewalque.)
Floraison.						
Adonis vernalis	Générale.					
Alnus glutinosa	—	—	Avancée.	Finie.	Finie.	
Anemone Hepatica	Générale.	—	Génerale.	Générale.		
» » rubra (*fl. pl.*)	—	—	—	—	—	Initiale.
» nemorosa	Petits bout.	Avancée.	—	Commencée.		
Amygdalus communis	Générale.					
» persica	—	Initiale.	Boutons.	Générale.	Commencée.	
Arabis alpina	—	—	—	—	—	Générale.
» caucasica	—	—	—	Générale.		
Aubrietia deltoidea	—	—	—	Commencée.	—	Initiale.
Bellis perennis	—	Générale.	Initiale.	Id.	—	Id.
Berberis vulgaris	—	Nulle.				
Betula alba	Nulle.	—	—	Nulle.		
Buxus sempervirens	—	Boutons.	—	Id.	Commencée.	
Corchorus japonicus	Boutons.	Nulle.	Nulle.	Id.		
Cornus mascula	Générale.	Avancée.	Générale.	Générale.	Générale.	Générale.
» sanguinea	—	Nulle.				
Corylus Avellana	Avancée.	Terminée.	Terminée.	Finie.	Terminée.	Terminée.
Crocus vernus	Id.	Presq. term.	Générale.	Id.		
Daphne Laureola	—	—	—	Génerale.	Générale.	
» Mezereum	—	Générale.	Avancée.	Avancée.	Id.	Avancée.
Evonymus europæus	—	Boutons.				
Fritillaria imperialis	—	Id.				
Galanthus nivalis	Avancée.	—	Terminée.	Finie.	Finissant.	
Helleborus niger	Générale.	—	Id.	Id.		
» viridis	—	—	—	—	—	Initiale.
Hyacinthus botryoides	—	—	—	Commencée.	—	Id.
Iberis sempervirens	—	—	—	—	—	Nulle.
Lamium album	—	Nulle.				
» purpureum	—	Partielle.	—	Générale.		
Leontodon Taraxacum	Générale.	—	Boutons.	Commencée.		
Lonicera Periclymenum	—	Nulle.				
» Symphoricarpos	—	Id.				
» tatarica	—	Boutons.				
Magnolia Yulan	Boutons.	—	—	Nulle.		
Narcissus pseudo-Narcissus	Commencée.	Boutons.	Boutons.	Commencée.		
Orobus vernus	—	Id.	—	—	—	Générale.
Populus alba	—	—	—	Nulle.		
Primula Auricula	—	—	—	Initiale.		
» elatior	—	Commencée.	—	Nulle.	Commencée.	
» officinalis	—	—	—	Initiale.		

NOMS DES PLANTES.	GENDBRUGGE-lez-Gand.	MELLE.	GEMBLOUX.	NAMUR.	WAREMME.	LIÉGE.
Floraison (*suite*).						
Primula veris	—	—	Boutons.			
Prunus armeniaca	Boutons.	Générale.	Id.	Générale.	Initiale.	
» Cerasus	—	Boutons.				
Pyrus communis	—	Nulle.				
» japonica	Boutons.	Initiale.	—	—	—	Boutons.
Pulmonaria officinalis	—	Partielle.				
» japonica	—	Id.	—	Nulle.		
Ranunculus Ficaria	Boutons.	Avancée.	Initiale.	Initiale.	—	Générale.
Ribes Grossularia	—	—	—	—	—	Quelques petits boutons.
» nigrum	—	Boutons.				
» rubrum	—	Id.				
» sanguineum	Boutons.	—	Boutons.	—	Commence.	
» Uva-crispa	—	—	—	Nulle.		
Salix capræa	Commencée.	—	—	Générale.	Générale.	
Sambucus nigra	—	Nulle.				
Senecio vulgaris	—	—	—	Initiale.	—	Initiale.
Sorbus aucuparia	—	Nulle.				
Staphylea pinnata	—	Boutons.				
Syringa vulgaris	—	Id.				
Taxus baccata	—	Avancée.	—	Finie.		
Tussilago Petasites	—	—	—	—	—	Générale.
Ulmus campestris	—	—	—	Finie.		
Viburnum Opulus (*fl. pl.*)	—	Nulle.				
Vinca minor	Générale.	Commencée.	—	Nulle.	—	Initiale.
Viola odorata	Id.	Avancée.	Générale.	Générale.	Générale.	Générale.
» tricolor	—	—	—	Initiale.		
Vitis vinifera	—	Nulle.				

État de la végétation le 21 avril 1868.

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES. — (M. Ad. Quetelet.)	GENDBRUGGE-lez-Gand. — (M. Rodigas.)	MELLE. — (M. Bernardin.)	GEMBLOUX. — (M. Malaise.)	LIÉGE. — (M. Dewalque.)	WAREMME. — (MM. Ghaye et de Selys.)	NAMUR. — (M. Bellynck.)
Feuillaison.							
Acer pseudo-Platanus	—	—	—	—	—	Bourg. ouv.	
Æsculus Hippocastanum	1/2	3/4	1/2	1/2	1/2	id.	1/4
» lutea	—	—	1/4				
» Pavia	—	—	3/4				
Alnus glutinosa	—	2/3	—	1/8	—	Bourgeons.	1/8
Amygdalus persica	1/2	1/2	1/2	1/2	—	1/2	1/4
Aristolochia Sipho	—	—	Bourgeons.				
Arum maculatum	—	1	—	1	—	1	1
Berberis vulgaris	—	1	1	1/2	1	1/2	1/3
Betula alba	1/2	1/6	1/8	—	1/4	1/4	1/8
Bignonia Catalpa	—	—	0	—	—	0	
» radicans	—	—	0				
Carpinus Betulus	1/4	1/3	1/8	Bourgeons.	—	Bourgeons.	1/8
Cercis Siliquastrum	—	—	0				
Corchorus japonicus	3/4	4/5	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4
Cornus mascula	1/4	1/2	1/2	Bourgeons.	—	1/4	1/8
» sanguinea	—	—	1/2	—	1/4	1/4	1/8
Corylus Avellana	1/2	3/4	1/2	1/8	1/4	1/4	1/4
Cratægus Oxyacantha	1/2	3/4	1/2	1/2	1	1/2	1/3
Cytisus Laburnum	1/2	1/4	1/2	Bourgeons.	—	1/4	1/8
Daphne Mezereum	3/4	—	—	3/4	1	1/2	1
Evonymus europæus	3/4	—	3/8	—	—	1/4	
Fagus sylvatica	—	—	—	—	—	Bourgeons.	0
Fraxinus excelsior	1/4	—	—	—	—	0	
Gingko biloba	—	—	0				
Gleditschia horrida	—	—	0				
» triacanthos	—	—	—	—	—	0	
Glycine sinensis	1/8	—	Bourgeons.				
Hydrangea hortensis	—	—	1/2				
Juglans regia	1/4	—	Bourgeons.	—	—	Bourgeons.	
Larix europæa	—	3/4	—	—	3/4	1/4	1/4
Ligustrum vulgare	—	—	1/2	—	3/4		
Liriodendron tulipifera	—	—	1/16	—	—	1/4	
Lonicera Periclymenum	1/4	3/4	7/8	3/4	1	3/4	1/2
» Symphoricarpos	1	—	1				
» tatarica	3/4	—	1	—	1		
» Xylosteum	—	—	—	1	1	1/4	3/4
Magnolia Yulan	—	—	—	—	—	1/4	

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES.	GENDBRUGGE.	MELLE.	GEMBLOUX.	LIÉGE.	WAREMME.	NAMUR.
Feuillaison (*suite*).							
Mespilus germanica	1/2	—	1				
Philadelphus coronarius. . . .	3/4	—	5/8	—	3/4	—	2/3
Platanus orientalis	—	—	—	—	—	0	0
Populus alba.	1/4	—	Bourgeons.	—	—	1/4	
» balsamifera	1/4						
» fastigiata.	1/4	1/2	—	1/8	1/4	—	1/4
Prunus armeniaca.	1/4	1/2	3/4	1/2	—	1/2	1/4
» Cerasus	1/2	1/2	1/2	1/8	—	1/4	1/8
» domestica.	1/2	1/2	—	1/8	—	1/4	1/8
» Padus	—	1/2	—	—	—	1/2	1/8
Pyrus communis	1/4	1/3	1/2	Bourgeons.	3/4	1/4	1/4
» Cydonia	—	1/2	—	1/4	1/4	—	1/2
» japonica	3/4	—	1	1/2	1	1	1/2
» Malus	1/2	1/3	—	Bourgeons.	1/4	1/4	1/8
Ribes Grossularia	1	—	1	3/4	1	3/4	
» nigrum	—	1/2	3/4	—	1	3/4	1/2
» rubrum	1	1/2	3/4	3/4	1	3/4	2/3
» sanguineum.	1	1/4	—	1	—	3/4	2/3
» Uva-crispa	1	—	—	—	—	3/4	
Rhus coriaria.	—	—	Bourgeons.				
» Cotinus	1/2	—	0				
Robinia pseudo-Acacia	1/8	Bourgeons.	Bourgeons.	0	—	0	
Rosa rubiginosa.	3/4	—	—	—	—	3/4	
Rubus Idæus	1/2						
Salix babylonica	1/4	1/2	1/4	—	—	1/4	
Sambucus nigra	1	1/2	3/4	1/2	1	1/2	1/2
Sorbus aucuparia	1/2	—	1/2	—	—	0	
Spiræa sorbifolia.	3/4	1/2	—	—	3/4	3/4	1/2
Staphylæa pinnata.	—	—	7/8	—	—	1/2	
Syringa persica.	1/2	—	—	—	3/4	1/4	
» vulgaris	1/2	3/4	3/4	1/2	3/4	1/4	2/3
Tilia europæa	1/2	3/4	1/2	1/4	1/4	Bourgeons.	1/8
Ulmus campestris	1/2	3/4	1/4	1/8	—	—	1/8
Viburnum Lantana	1/4	—	—	—	3/4		
» Opulus	1/4	1/2	1/4	—	1/2	—	1/2
Vitis vinifera	1/4	Bourgeons.	0	0	—	0	

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES. — (M. Ad. Quetelet.)	GENDBRUGGE. — (M. Rodigas.)	MELLE. — (M. Bernardin.)	GEMBLOUX. — (M. Malaise.)	LIÉGE. — (M. Dewalque.)	WAREMME. — (MM. Ghaye et de Selys.)	NAMUR. — (M. Bellynck.)
Floraison.							
Adonis vernalis.	—	—	—	—	Générale.		
Æsculus Hippocastanum . . .	—	Boutons.	—	—	—	Boutons.	
Alnus glutinosa.	—	—	—	—	—	Finie.	
Amygdalus persica	Générale.	Boutons.	Terminée.	—	—	Générale.	
Anemone Hepatica.	—	Finie.	Id.	Finie.	Finie.	Finissant.	Finie.
» nemorosa	—	Générale.	Presq. term.	Générale.	—	Générale.	Presq. finie.
Arabis alpina.	Très-avanc.	—	—	—	Fort avancée.		
Arum maculatum	—	—	—	—	—	Nulle.	
Bellis perennis.	Générale.	Générale.	Générale.	Générale.	Générale.	Générale.	Genérale.
Berberis vulgaris	Boutons.	Boutons.	Boutons.	Nulle.			
Betula alba	Avancée.	—	—	—	—	Générale.	
Buxus sempervirens	—	—	Finie.	—	—	Presq. finie.	Générale.
Caltha palustris.	—	—	—	Générale.	—	Générale.	Id.
Cardamine pratensis	—	—	—	Boutons.	—	Id.	Id.
Carpinus Betulus	—	—	—	—	—	Commence.	Id.
Cheiranthus Cheiri	Avancée.	Partielle.	—	Boutons.	—	—	Commence.
Corchorus japonicus	Commence.	Initiale.	Avancée.	Initiale.	Initiale.	Commencée.	Id.
Cornus mascula	Finie.	Finie.	Finie.	Finie.	—	Terminée.	Finie.
» sanguinea	—	Initiale.	Nulle.	—	—	Boutons.	
Corylus Avellana	Terminée.	Finie.	Finie.	Finie.	—	—	Finie.
Cratægus Oxyacantha	—	—	—	—	—	Nulle.	
Crocus vernus	Finie.	Finie.	Finie.	Finie.	—	Finie.	Finie.
Cytisus Laburnum.	—	—	—	—	—	Nulle.	
Daphne Laureola	—	—	—	—	—	Avancée.	Finie.
» Mezereum.	Finie.	—	Terminée.	—	Terminée.	Finie.	Id.
Fritillaria imperialis	—	Avancée.	Id.	—	Générale.	Initiale.	Générale.
Galanthus nivalis	Finie.	Passée.	—	Terminée.	—	—	Finie.
Glechoma hederacea	—	Générale.	—	—	Générale.	Générale.	Générale.
Glycine sinensis	—	Id.	—	—	—	Boutons.	
Helleborus viridis.	Finie.	Passée.					
Hyacinthus botryoides	Générale.	Finie.	—	Générale.	Avancée.	Finissant.	Presq. finie.
» moschatus	—	—	—	—	Générale.		
» racemosus	—	—	—	—	Id.		
Iberis sempervirens	—	—	—	—	Id.		
Lamium album.	—	Générale.	Générale.	—	Commencée.	Initiale.	Nulle.
» purpureum	—	—	Id.	—	—	Id.	Générale.
» rubrum	—	—	—	—	Générale.		
Leontodon Taraxacum	Générale.	Générale.	—	Générale.	Id.	Générale.	Générale.
Lonicera Periclymenum. . . .	—	—	Nulle.				
» Symphoricarpos . . .	—	—	Id.				
» tatarica	—	—	Boutons.				

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES.	GENDBRUGGE.	MELLE.	GEMBLOUX.	LIÉGE.	WAREMME.	NAMUR.
Floraison (*suite*).							
Lonicera Xylosteum	—	—	—	—	—	Boutons.	
Magnolia Yulan	—	Avancée.	—	—	Générale.	Initiale.	Générale.
Mahonia aquifolium	—	Générale.					
Narcissus pseudo-Narcissus	Générale.	Id.	Terminée.	Finie.	—	Finissant.	Presq. finie.
Orobus vernus	—	Id.	Générale.				
Populus alba	—	Partielle.	—	—	—	Terminée.	
» fastigiata	—	Générale.	—	—	—	Chute des chatons.	
Primula Auricula	Générale.	—	—	Initiale.	—	Générale.	Presq. finie.
» elatior	—	Générale.	Générale.	Générale.	—	Id.	Générale.
» grandiflora	—	—	—	—	—	—	Id.
» officinalis	Générale.	—	—	Générale.	—	Générale.	Id.
» veris	Finie.	Générale.	—	—	Générale.		
Prunus armeniaca	Générale.	Avancée.	Terminée.	Terminée.	—	Générale.	Terminée.
» Cerasus	Avancée.	Id.	Générale.	Initiale.	—	Id.	Générale.
» domestica	Commencée.	Générale.	—	—	—	Id.	Id.
» Padus	Id.	Avancée.	—	—	—	Boutons.	Id.
» spinosa	—	—	—	—	—	Générale.	Id.
Pulmonaria officinalis	—	Générale.	Générale.				
Pyrus communis	Avancée.	Id.	Id.	Boutons.	Générale.	Commence.	Commencée.
» Cydonia	—	Boutons.	—	Nulle.			
» japonica	Commencée.	—	Générale.	Initiale.	Avancée.	Générale.	Générale.
» Malus	Générale.	Générale.	—	Nulle.	Petits bourg.	Commence.	Commencée.
Ranunculus acris	—	—	—	—	Commencée.	—	
» Ficaria	—	Générale.	Générale.	Générale.	—	Générale.	Générale.
Rhododendron dahuricum	—	Finie.					
Ribes Grossularia	Avancée.	Id.	—	Initiale.	Avancée.	Générale.	
» malvaceum	—	—	—	—	Générale.		
» nigrum	—	Générale.	Partielle.	Initiale.	Id.	Boutons.	Générale.
» rubrum	Avancée.	Finie.	Finie.	Générale.	Avancée.	Générale.	Id.
» sanguineum	Id.	Id.	—	Id.	Générale.	Finissant.	Id.
» Uva-crispa	Id.	—	—	Initiale.	—	Générale.	Id.
Salix capræa	—	Générale.	—	—	—	Finie.	Presq. finie.
Sambucus nigra	—	Id.	Nulle.				
Saxifraga crassifolia	—	—	—	—	Générale.		
Scilla nutans	—	—	—	—	—	—	Nulle.
Senecio vulgaris	—	—	—	Initiale.	—	Générale.	Générale.
Spiræa sorbifolia	—	—	—	—	—	Boutons.	
Sorbus aucuparia	—	Boutons.					
Staphylea pinnata	—	Initiale.	Initiale.				
Syringa persica	—	—	—	—	—	Boutons.	

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES.	GENDBRUGGE.	MELLE.	GEMBLOUX.	LIÉGE.	WAREMME.	NAMUR.
Floraison (*suite*).							
Syringa vulgaris	Boutons.	Gros bout.	Gros bout.	—	—	Boutons.	
Taxus baccata	—	—	Finie.				
Tulipa Gesneriana.	Boutons.	—	—	—	Boutons.		
Tussilago Petasites.	—	—	—	—	—	Finie.	
Viburnum Opulus.	—	Gros bout.	Petits bout.			.	
Vinca minor.	Avancée.	Générale.	Générale.	—	—	Générale.	Nulle.
Viola odorata	Id.	Id.	Finie.	Finie.	Finie.	Finissant.	Presq. finie.
» tricolor	—	—	—	—	Générale.		
Vitis vinifera	—	—	Nulle.				

État de la végétation le 21 octobre 1868.

(Les chiffres 0, 1/4, 1/2, 3/4, 1, indiquent la quantité de feuilles restant sur les arbres.)

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES. — (M. Ad. Quetelet.)	GENDBRUGGE. — (M. Rodigas.)	MELLE. — (M. Bernardin.)	WAREMME. — (MM. Ghaye et de Selys.)	NAMUR. — (M. Bellynck.)	GEMBLOUX. — (M. C. Malaise.)
Effeuillaison.						
Acer campestre	0	—	—	—	1	
» Negundo	—	1/2	—	3/4	1	
» pseudo-Platanus	1/2	1/2	—	Commence.	1	1
Æsculus Hippocastanum	0	3/4	7/8	3/4	1	3/4
» lutea	—	—	0			
» Pavia.	—	1/2	7/8			
Amygdalus persica	3/4	1	1	1	1	1
» vulgaris.	—	—	3/4			
Aristolochia Sipho	—	1/4	1/8	1/4	0	1/4
Berberis vulgaris.	3/4	1	1	1	1	1
Betula alba.	1/4	1	1/2	1/2	1	
» Alnus	3/4	—	—	1	1	1
Bignonia Catalpa.	1/2	—	7/8	3/4	1	
» radicans	—	—	1			
Carpinus Betulus.	3/4	1	3/4	1/2	1	3/4
Castanea vesca.	0					
Cercis Siliquastrum	—	—	1/2	—	1	
Corchorus japonicus.	3/4	—	1			

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES.	GENDBRUGGE.	MELLE.	WAREMME.	NAMUR.	GEMBLOUX
Effeuillaison (*suite*).						
Cornus mascula	1	1/2	1	1	1	1
» sanguinea	—	1/4	1/2	1	1	
Corylus Avellana	1	1	1/2	1	1	3/4
Cratægus Oxyacantha	1/2	1/2	7/8	1	1	1
Cytisus Laburnum	1/2	1	1/8	1	1	
Evonymus europæus	—	3/4	5/8	3/4	1	
Fagus Castanea	0	1/2	—	3/4	1	
» sylvatica	—	1	—	3/4	1	
Ficus Carica	—	—	—	—	1	
Fraxinus excelsior	1	1/4	—	1	1	1
Gleditschia horrida	—	—	3/4			
» triacanthos	—	1/4	—	0	1/3	
Gingko biloba	—	1/3	7/8	1	1	
Glycine sinensis	3/4	1	1	1	1	1
Hydrangea hortensis	3/4	—	7/8	1	1	1
Juglans regia	3/4	2/3	3/4	3/4	1	1/2
Larix europæa	—	1	—	3/4	1	
Ligustrum vulgare	—	1	3/4	1	1	1
Liriodendron tulipifera	—	1/3	7/8	3/4 feuilles jaunes.	1	
Lonicera Periclymenum	1/2	1	1			
» Symphoricarpos	—	—	3/4			
» tatarica	3/4	—	1			
» Xylosteum	1	—	—	3/4	1	1
Magnolia tripetala	—	—	—	—	1	
Mespilus germanica	1/2	—	1			
Morus alba	1	—	—	1	1	
Paulownia imperialis	—	1/3	—	1	1/2	
Philadelphus coronarius	3/4	2/3	1/2	1	1	1/2
Platanus occidentalis	—	1	—	3/4	1	1
Populus alba	1/2	1/2	1/2	3/4	2/3	
» virginiana	1/2	—	—	1/2	1	3/4
Prunus armeniaca	3/4	1	1	1	1	1
» Cerasus	1/2	1/2	3/4	Commence.	1	3/4
» domestica	1/4	1/3	—	1/4	1	0
» Padus	1/2	1/4	—	1/2	1	
Pyrus communis	3/4	1/2	1/2	1	1	3/4
» japonica	3/4	0	7/8	1	1	1
» Malus	1	1/2	—	3/4	1	1
Quercus Robur	1	1	—	1	1	
Rhus coriaria	—	—	1/8			

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES.	GENDBRUGGE.	MELLE.	WAREMME.	NAMUR.	GEMBLOUX.
Effeuillaison (*suite*).						
Rhus Cotinus	—	—	5/8			
Ribes alpinum.	1	—	—	1	1	
» Grossularia.	3/4	1	3/4	3/4	1	1/2
» nigrum	—	—	1	3/4	1	3/4
» rubrum	3/4	1/4	de 0 à 3/4	0	1	0
» sanguineum	1	1/4	—	3/4	1	3/4
Robinia pseudo-Acacia	1/2	1	3/4	1	1	3/4
Rosa gallica.	1	—	—	1	1	
Rubus Idæus	1/2	1	—	3/4	1	1/4
» fruticosus	—	1				
Salix babylonica	—	—	1	1	1	
» capræa	—	—	—	—	1	
Sambucus nigra	1/2	2/3	1	3/4	1/2	1
Sorbus aucuparia	3/4	2/3	1/4	1/4	1	
Staphylea pinnata.	—	2/3	1/2	1/2	1	
Syringa vulgaris	3/4	1	7/8	3/4	1	1
Tilia europæa	1/2	2/3	7/8	3/4	1	3/4
Ulmus campestris.	1/4	—	1	1	1	1
Viburnum Lantana	—	—	—	1		
» Opulus (*fl. simp.*)	1/4	—	—	—	1	
» » (*fl. plen.*)	—	—	1			
Vitis vinifera	1/2	2/3	3/4	1 jaunies.	1	1/2

NOMS DES PLANTES.	BRUXELLES.	GENDBRUGGE.	MELLE.	GEMBLOUX.
Floraison.				
Aster	Générale.	Générale.	Presq. term.	Avancée.
Chrysanthemum indicum	—	Commencée.		
Dahlia communis	Très-avanc.	Id.	Générale.	Générale.
Hedera Helix	—	Terminée.	—	Avancée.
Phlox decusata	—	Continue.		
Tritoma Uvaria	—	Id.		

Oiseaux d'hiver observés à Waremme, en octobre 1868, par M. Edm. de Selys Longchamps.

Corvus cornix. Arrive le 8 octobre.
Fringilla montifringilla. Arrive le 12 octobre.

REMARQUES.

— A *Gendbrugge-lez-Gand*, à la date du 21 octobre j'ai constaté les faits suivants : Les bourgeons de *Spiræa amurensis* se sont ouverts à l'automne. Un assez grand nombre de bourgeons du *Budleya curvifolia* se sont également entre ouverts avant l'hiver. Il en a été de même du *Liriodendron tulipifera*. — Les plantes dont les noms suivent ont eu une nouvelle feuillaison à la fin de l'été : *Viburnum opulus, Syringa vulgaris, Caragana Chamlagu, Spiræa carpinifolia, Cytisus Laburnum*. Même observation pour quelques tilleuls de la place d'armes, à Gand.

(Ém. Rodigas.)

A *Waremme*, à la date du 1er novembre, l'effeuillaison est, je crois, la plus tardive que nous ayions observée. Les nombres, sous ce rapport, dépassent encore ceux de 1865. Il est vrai que la première gelée au-dessous de zéro n'est venue que le 21 octobre, qu'elle est restée isolée et s'est produite dans des conditions telles que les *Balsamines* seules ont été flétries. Même le 1er novembre, les *Heliotropes, Capucines, Dahlias* et *Tomates* n'avaient pas encore souffert. Le printemps et l'été, comme on sait, ont été excessivement secs, beaux et chauds, les fruits très-abondants, de même que la récolte du seigle, du froment, des pommes de terre et des betteraves (celles-ci de grosseur moyenne). L'avoine a bien donné, malgré sa paille restée courte. Le *Botrytis* n'a pas sévi, l'*oïdium* très-peu. Les champignons comestibles étaient encore très-communs le 1er novembre. A cette époque un *Paulownia*, les *Daphnées* et des *Mahonias*, étaient prêts à fleurir. Je ne me souviens pas d'avoir vu en Hesbaye une année aussi favorable.

(Edmond de Selys Longchamps.)

CONSIDÉRATIONS

SUR

L'ÉTUDE DES PETITS MOUVEMENTS

DES ÉTOILES,

PAR

J.-C. HOUZEAU,

MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.

(Mémoire présenté à la classe des sciences le 9 octobre 1869.)

CONSIDÉRATIONS

SUR

L'ÉTUDE DES PETITS MOUVEMENTS

DES ÉTOILES.

SOMMAIRE.

CHAPITRE I.

REMARQUES GÉNÉRALES.

1. Je me propose de rechercher, dans ce mémoire, quels sont les meilleurs moyens pratiques de mesurer les très-petits mouvements des étoiles. L'Académie a pu juger de l'intérêt qui s'attache à cette branche de l'astronomie stellaire, par les communications insérées à différentes reprises dans ses collections. On reconnaît de toutes parts que, dans l'état actuel de la science, cette étude est l'une des plus désirables. Malgré des efforts répétés, qui datent, pour ainsi dire, de l'époque de Bradley, nous ne connaissons encore qu'un très-petit nombre de parallaxes, obtenues dans des conditions

tout à fait exceptionnelles; nous n'avons qu'une notion générale de l'existence et de la direction approchée de certains mouvements propres, sans pouvoir prononcer s'ils sont uniformes ou variés, s'ils se font en ligne droite ou dans des courbes. Le mouvement curviligne de Sirius n'est qu'un exemple isolé; et c'est à peine si ce mouvement est mis en évidence par l'une des plus belles séries d'observations méridiennes que les recueils astronomiques renferment.

Il ne me paraît pas impossible, cependant, d'étudier non point une parallaxe ou un mouvement propre çà et là, par des moyens exceptionnels, qui sont inapplicables à la masse des étoiles, mais cent, deux cents, mille petits mouvements à la fois, d'une manière systématique, et avec un degré de précision qui permette de dégager ces petites quantités des erreurs des observations.

2. Il est évident dès l'abord que les observations méridiennes, qui répondent parfaitement à un autre but, celui de cataloguer les étoiles, ne se prêtent pas aussi bien à l'étude des petits déplacements des astres. Elles ne sont pas seulement affectées d'erreurs de lecture et de pointé, suffisantes pour voiler la plupart des mouvements propres durant une certaine suite d'années, mais les erreurs des instruments s'y ajoutent encore.

Ainsi pour les déclinaisons méridiennes :

Les défauts de la *graduation* du cercle vicient les mesures.

L'erreur du *point zénital* se porte tout entière sur le résultat; et comme cette erreur est variable, elle influe même sur les déclinaisons relatives, lorsque les deux étoiles sont observées à des époques un peu éloignées.

L'erreur de la *réfraction,* dans les culminations successives d'un même astre, n'est pas non plus constante. Cette correction dépend en effet de la distribution et de la mesure, toujours un peu douteuses, des températures actuelles. Une erreur d'un demi-degré centigrade sur le thermomètre extérieur produit, par exemple, $0'',12$ sur la distance zénitale, à 45° de hauteur. Si les parallèles des étoiles diffèrent, l'erreur du coefficient principal de la réfraction jette un nouveau doute sur les déclinaisons relatives.

La petite inexactitude de la *latitude* adoptée pour la station se porte, de son côté, sur toutes les déclinaisons conclues.

Lorsqu'on observe des hauteurs sur le *bain de mercure*, on suppose l'angle de réflexion parfaitement égal à l'angle d'incidence; et, bien que cette loi soit fort approchée, on n'est pas assuré cependant qu'elle s'étende jusqu'aux dernières fractions de la seconde, jusqu'aux centièmes de seconde, par exemple. Comme la loi de Mariotte et plusieurs autres lois physiques, elle n'est peut-être qu'une approximation, considérable, sans doute, mais dont la limite n'a pas encore été assignée.

De leur côté les ascensions droites absolues ne sont pas seulement affectées des erreurs inévitables qui subsistent dans l'*inclinaison* mesurée de l'axe de rotation, dans la *collimation* déterminée par les retournements, et dans la *déviation* évaluée à l'aide des collimateurs. Il reste d'autres sources d'inexactitude que je mentionnerai rapidement.

Est-on bien certain, par exemple, du *zéro* des ascensions droites, et de ses petites variations tant séculaires que périodiques? Au commencement de ce siècle, Zach et Delambre trouvèrent qu'il fallait déplacer de $0^s,27$ le point de départ des ascensions droites. Plus tard les astronomes de Greenwich y firent une nouvelle correction, moins considérable. Toutefois, comme cette erreur porte simultanément sur toutes les étoiles, il n'y a pas lieu d'insister sur ce point.

Mais l'*avance* admise de la pendule comporte une certaine erreur, dans laquelle interviennent les erreurs inégales des ascensions droites des fondamentales.

Le méridien des *collimateurs* a lui-même une déviation. Si cet écart dépendait seulement des erreurs des observations régulatrices, on pourrait augmenter l'approximation d'une manière presque indéfinie. Tel serait le cas si l'on déterminait le méridien absolu, par des séries prolongées de doubles passages, au-dessus et au-dessous du pôle. Mais on se contente souvent d'un méridien relatif, fondé sur les différences d'ascension droite de quelques belles étoiles, telles qu'on les trouve dans les éphémérides. Les mêmes fondamentales, observées sous un même parallèle, servent alors à construire, dans les deux stations, deux plans d'égale déviation qui peuvent suffire à certaines mesures relatives. Mais si les étoiles employées cessent d'être les mêmes, ou si les latitudes des stations diffèrent, les méridiens ne sont plus exactement

comparables entre eux. En effet, dans ces hypothèses, les erreurs qui restent dans les ascensions droites des fondamentales ne conduisent plus des deux côtés à une même déviation; et le faux méridien de la seconde station n'est plus un simple transport du faux méridien de la première.

L'erreur commise sur la variation horaire de la pendule, et l'erreur ou déviation de la ligne que l'on prend pour la méridienne, étendent manifestement leur influence aux ascensions droites relatives.

3. Il est vrai que toutes ces erreurs sont fort petites. Elles sont généralement peu sensibles par rapport à l'erreur moyenne d'une observation méridienne. Aussi peut-on les négliger en cataloguant des étoiles. Mais il faut reconnaître en même temps que les positions des catalogues ne jettent qu'une lumière douteuse sur les très-petits mouvements des astres. Il serait même à peu près illusoire de multiplier les déterminations méridiennes, dans l'espoir de former des moyennes très-précises, qui nous éclairent sur la loi des petits déplacements. Ceux-ci, en effet, sont sujets à des inégalités périodiques; ils sont produits par des causes complexes, et soumis à des changements dont quelques-uns sont à courte période. Les observations méridiennes que l'on combine entre elles, dans une longue série, sont donc hétérogènes. On peut tout au plus en dégager un terme principal, comme on l'a fait jusqu'ici, mais non pas les termes secondaires.

Rien ne prouve qu'il soit permis de regarder le mouvement propre d'une étoile comme uniforme pendant plusieurs années. Indépendamment de ce déplacement propre, les termes du second ordre de la précession et de la nutation n'ont pas encore fait l'objet d'une recherche expérimentale : on se contente d'en emprunter les coefficients à la théorie, quand on ne les néglige pas tout à fait. La manière dont on applique la correction d'aberration est insuffisante, puisqu'on a l'habitude de négliger les variations de la vitesse de la terre, qui s'élèvent à $\frac{1}{60}$ de la valeur moyenne, en plus ou en moins, et qui produisent, par conséquent, *un tiers de seconde* sur le coefficient. En prenant la moyenne pure et simple de toutes les mesures, on admet, en outre, que la parallaxe de l'étoile est insensible; et la moyenne est d'autant plus inexacte que les observations se rapportent plus complétement à la même saison.

4. Il s'en faut de beaucoup cependant que la mesure de très-petits déplacements sidéraux soit inabordable, avec les ressources instrumentales dont on dispose aujourd'hui. Mais il est évident que ce sont les mesures relatives et non les mesures absolues qui conduiront au but. L'étude des étoiles multiples a commencé à faire des progrès lorsque Struve a abandonné les déterminations méridiennes, pour les remplacer par des mesures micrométriques. C'est une étude au micromètre qui a donné à Bessel la première parallaxe. La sensibilité de nos instruments pour les petites différences s'étend beaucoup au delà de leurs pouvoirs absolus. Il ne faut donc pas désespérer de pénétrer plus avant dans l'étude des petits mouvements des étoiles, pourvu que le plan d'observation permette de multiplier rapidement les mesures différentielles. Les moyennes d'un même élément, dont les mesures sont prises vers la même époque, fourniront alors, sur la courbe apparente décrite par l'astre, des points déterminés avec précision.

Il importe seulement d'employer les méthodes d'observation les plus délicates, et de pousser les réductions au delà des termes que l'on considère habituellement dans le calcul des observations méridiennes. Il faut corriger les mesures, pour tous les dérangements connus, jusqu'au dernier ordre des décimales conservées. On ne peut rejeter, dans cette étude, les corrections qui sont de l'ordre de l'erreur moyenne d'une observation; car l'erreur d'un résultat se réduit considérablement lorsqu'on multiplie les mesures. Et les positions fondamentales, obtenues de mois en mois, par exemple, et dégagées de tous les autres dérangements, pourront fournir une suite de données pour l'étude de la parallaxe et du mouvement propre.

L'avantage des observations différentielles est évident. Les points de repère que nous prenons sur la terre laissent toujours subsister des doutes, surtout quand les mesures exigent leur fixité parfaite durant plusieurs saisons et plusieurs années. Mais ces points fussent-ils invariables, nous n'y rapportons une lunette, dirigée vers le ciel, qu'au moyen de projections dont les éléments contiennent des erreurs. Les étoiles constituent, au contraire, les unes pour les autres, des repères célestes, qui sont indépendants de ces doutes. En choisissant des astres très-voisins, on élimine, avec les corrections instrumentales, tous les déplacements généraux ou corrections célestes. Dans une

aire de peu d'étendue, on n'a tout au plus à tenir compte que de la variation de ces corrections, c'est-à-dire des termes du second ordre, qui seront toujours assez sûrs.

Or voici comment il nous semble qu'on peut réaliser ces conditions. D'abord, pour multiplier les mesures dans une courte période, il est clair qu'il faut observer hors du méridien. Ensuite, au lieu de prendre les astres individuellement, il serait facile de choisir de petites portions du ciel, dont on rattacherait les étoiles entre elles. Le champ d'une lunette conduite par une horloge parallactique n'est pas assez vaste. Le nombre des étoiles présentes à la fois, et, par conséquent, des termes de comparaison, serait trop restreint : il nous ramènerait à la considération isolée de quelques cas particuliers, sans nous conduire à une étude générale et systématique. Mais on peut prendre une zone, convenablement limitée en ascension droite, et qui n'a en déclinaison que la largeur du champ de la lunette tenue immobile.

Dans cette lunette on emploiera un micromètre à la fois sûr et sensible, dont la construction sera discutée ci-après. On laissera passer cent étoiles, par exemple, que l'on enregistrera, et qui constitueront un groupe d'étude. Chaque groupe sera observé plusieurs fois dans une nuit, et plusieurs nuits dans le même mois. Il importe surtout d'y revenir dans des saisons opposées, afin de saisir dans leur plus grand développement les dérangements produits par l'aberration, la parallaxe, et les autres inégalités qui peuvent avoir une période annuelle.

Les observations montreront bientôt que toutes les étoiles d'un groupe particulier sont en mouvement, chacune par rapport aux autres. Mais comme la région du ciel est la même, ces mouvements sont essentiellement individuels. Si nous pouvions comparer entre eux, au contraire, avec la même précision, deux groupes distants sur le ciel, nous verrions se produire, soit en ascension droite, soit en déclinaison, des mouvements qui embrassent l'ensemble de chaque groupe.

Or, pour relier des étoiles ou des groupes d'étoiles, qui occupent des régions différentes de la sphère, il suffit de recourir à un procédé analogue à celui du sextant : renvoyer, au moyen d'un miroir, le second groupe d'étoiles, dans le même champ où le premier groupe se voit directement. Il

faut avoir soin seulement de rendre constant l'angle d'ouverture, afin de faire usage du même angle aux différents jours et dans les différentes années. Il faut donc fixer invariablement l'objectif et le miroir dans une seule et même pièce fondue.

5. Ce mémoire est consacré à l'exposé des précautions et au calcul des réductions de toute espèce, qu'exigerait une application soigneuse de la méthode dont nous venons de donner une idée. Nous comparons, en premier lieu, les avantages de divers micromètres. Nous établissons la supériorité, pour notre objet, de la combinaison, dans le même champ, du micromètre rhomboïdal et du micromètre circulaire. Cette association des deux figures réunit les mérites des deux : elle s'oriente d'elle-même par le cercle, et elle fournit partout des déclinaisons d'égale valeur par le rhombe. Nous examinons jusqu'à quel degré de perfection mécanique la figure d'un pareil micromètre peut être portée, et quels sont, par conséquent, les résultats que l'on peut attendre de son emploi. Nous donnons les moyens de déterminer les constantes propres du micromètre.

Parmi les procédés que nous proposons à cet effet figurent des passages d'étoiles artificielles. On pourrait ainsi étudier à loisir toutes les particularités d'un réticule quelconque. Il n'est pas difficile de produire une étoile artificielle. Une piqûre dans un écran, observée à travers l'objectif d'un collimateur, constitue une pareille étoile. On la rendra mobile, soit en déplaçant le collimateur, soit en déplaçant l'écran. Par des raisons qui seront indiquées, la première alternative paraît préférable. Il reste à obtenir un mouvement dont les lois soient parfaitement connues; et ce dernier point est satisfait, avec toute la précision désirable, en faisant de la lentille du collimateur la lentille même d'un pendule ou d'un métronome.

Deux autres chapitres sont consacrés aux précautions de calcul. Nous y passons en revue, séparément, la réduction des observations qui lient entre elles des étoiles voisines, et celle des observations qui lient des étoiles éloignées sur la sphère.

En terminant le mémoire, nous mettons en regard la méthode proposée et celle des observations méridiennes, au point de vue spécial de la mesure des petits mouvements des étoiles. On reconnaît alors plus complétement en quoi

les observations méridiennes sont insuffisantes, dans la recherche des petits déplacements. Mais on voit en même temps ce qu'il est possible d'en déduire, en les discutant dans un but donné, et pour autant qu'elles se rapprochent de certaines conditions énoncées. C'est en les traitant comme observations de zones, et, par conséquent, comme observations relatives, et non pas comme observations absolues, qu'on peut faire servir les mesures méridiennes à la recherche des petits déplacements.

CHAPITRE II.

ÉTUDE DU MICROMÈTRE.

6. Deux moyens principaux sont employés par les astronomes pour lier entre elles des étoiles voisines. L'un est basé sur la mesure de coordonnées polaires, et l'autre sur la mesure de coordonnées orthogonales. Dans le premier cas, on fait usage d'un micromètre de position et de distance. Cette méthode semble, au premier coup d'œil, présenter de grands avantages. Les distances s'obtiennent, avec une bonne vis, à $\frac{1}{5}''$ environ, dans les observations séparées. Les angles de position, contrairement à ceux de la géodésie, dont la précision est à peu près indépendante de la distance des signaux, ont d'autant plus d'exactitude que les côtés du triangle sont plus grands. Cet avantage toutefois n'est qu'apparent. L'incertitude dépend surtout de l'étendue des faux disques des étoiles, qui prête à des erreurs de plusieurs degrés, dans l'angle de position, quand ces étoiles sont fort rapprochées. Struve a fait voir que l'erreur, dans la situation du point déterminé, reste à peu près la même, en grandeur absolue, que le point susdit soit proche ou éloigné.

On n'a guère relié jusqu'ici, par une véritable triangulation micrométrique, que les étoiles constituantes de quelques amas fort serrés, et les taches de la lune. Dans les circonstances communes, il serait difficile de faire des triangles bien conformés, ou même d'avoir constamment, dans l'étendue du champ, les éléments d'un tour d'horizon, s'il est permis de s'exprimer ainsi. On peut objecter encore la lenteur des opérations : le réseau qui couvrirait cent étoiles serait difficilement achevé une fois en une nuit.

Les moyens employés dans les zones, pour fournir des coordonnées rectangulaires, sont beaucoup plus expéditifs et plus généraux; et si l'on prend les précautions convenables, ils ne sont pas inférieurs en délicatesse.

Il faut d'abord s'astreindre à limiter la zone aux étoiles qui se présentent d'elles-mêmes dans la lunette immobile. Quand la lunette se meut, il est trop difficile d'estimer avec précision les déplacements qu'elle a subis. Les étoiles observées à différents jours par Lefrançais-Lalande présentent, dans les réductions de l'Association Britannique, des différences bien supérieures aux erreurs d'une comparaison immédiate. Même les corrections instrumentales offrent alors des variations sensibles, en passant d'une portion à l'autre de la zone. Il suffit, pour s'en convaincre, de jeter les yeux sur les éléments de réduction présentés en tête des zones de Bessel, et dont les valeurs différentes sont données pour les diverses régions de chaque zone.

Mais si la lunette reste immobile, et que l'observateur se borne à enregistrer les étoiles, à mesure qu'elles passent dans la largeur du champ, ces étoiles peuvent être rapportées entre elles avec une fort grande précision. D'ordinaire il ne faudra pas trente minutes pour en annoter une centaine. Cette courte durée réduit l'influence de l'erreur qui subsiste sur l'avance horaire de l'horloge; elle se prête aussi à éliminer les inégalités, très-petites d'ailleurs, du temps apparent, qui dépendent de la rotation de la terre.

La subdivision la plus délicate à laquelle l'astronome parvienne aujourd'hui est celle de la seconde de temps sur le registre de l'horloge électro-magnétique. Une observation isolée est notée à $\frac{1}{30}$ de seconde, ou même moins encore. En se bornant à l'enregistrement du temps, et en faisant reposer toutes les déterminations sur cet élément, non-seulement les mesures sont plus homogènes, mais elles sont aussi plus sûres, toutes autres circonstances égales d'ailleurs. Dans ce cas, en effet, l'astronome n'a pas à porter les mains sur l'appareil : la condition de la liberté de l'instrument est réalisée.

Dans ces idées, le premier micromètre qui fixe notre attention, le plus facile à installer et le plus simple dans sa construction, est le micromètre circulaire. Il est toujours orienté. Il donne à la fois, et par les mêmes observations, les différences de déclinaison comme celles d'ascension droite. Il

n'exige pas d'éclairage; et quand le champ reste obscur, la lunette conserve toute sa force de pénétration.

Il y a bien quelque objection à l'emploi de ce micromètre. L'une est que, pour l'entrée, l'œil n'est pas prévenu de l'arrivée de l'étoile. Mais on remédie assez bien à cet inconvénient, en pratiquant une fenêtre, dans la plaque, du côté d'où les étoiles s'avancent. Une objection beaucoup plus grave, c'est que les cordes voisines du diamètre diffèrent peu entre elles, et donnent, par conséquent, de mauvaises déclinaisons. En général, les différences d'ascension droite sont également bonnes, dans quelque région du champ que traversent les étoiles. Mais les déclinaisons, comptées du parallèle qui passe par le centre de l'ouverture circulaire, ne sont pas toutes déterminées avec une égale précision.

Un examen plus attentif de cette circonstance nous conduira aux moyens d'y porter remède.

7. Je représente par ABCD (fig. 1) l'ouverture circulaire du micromètre. AC est le cercle horaire, et BD le parallèle. Si nous appelons T la durée d'un passage suivant le diamètre, h_1 et h_2 les instants de l'entrée et de la sortie d'une étoile, k l'angle de position correspondant à ces instants, compté du cercle horaire, on sait que

$$\sin k = \frac{h_2 - h_1}{T}; \qquad (1)$$

et la déclinaison x, mesurée à partir du centre du micromètre, a pour valeur

$$x = \frac{1}{2} T \cos k. \qquad (2)$$

L'heure H du passage sous le cercle horaire qui coupe le micromètre par son centre est en même temps

$$H = \frac{h_2 - h_1}{2}. \qquad (3)$$

Maintenant supposons que δh soit l'erreur moyenne d'une observation d'entrée ou de sortie. Il est clair que l'erreur δH de l'ascension droite est

$$\delta H = \mp \frac{\delta h}{\sqrt{2}}.$$

Cherchons dans quelle partie de l'appareil l'erreur moyenne δx d'une déclinaison ne surpasse pas δH, ou l'erreur moyenne d'une ascension droite.

De (1) on tire

$$T \sin k = h_2 - h_1,$$

et comme l'erreur de $h_2 - h_1$ est $\mp \delta h \sqrt{2}$, il est clair que

$$T \cos k \, \delta k = \mp \delta h \sqrt{2}. \tag{4}$$

La relation (2) nous donne d'autre part

$$\delta x = -\frac{1}{2} T \sin k \, \delta k; \tag{5}$$

et en prenant δk dans (4) pour le mettre dans (5),

$$\delta x = \pm \frac{\sqrt{2}}{2} \operatorname{tang} k \, \delta h.$$

Or nous avons posé pour limite supérieure de δx la valeur $\mp \frac{\delta h}{\sqrt{2}}$; ainsi la limite supérieure de k sera déterminée par l'équation

$$\mp \frac{\delta h}{\sqrt{2}} = \pm \frac{\sqrt{2}}{2} \operatorname{tang} k \, \delta h,$$

d'où l'on conclut

$$\operatorname{tang} k = \mp 1,$$

et

$$k = \mp 45^\circ.$$

On ne peut donc employer avec sécurité, dans la recherche des déclinaisons, que le quart de circonférence supérieur, et le quart de circonférence inférieur d'un micromètre circulaire. Il faut rejeter l'usage des quarts de circonférence latéraux. Boguslawsky a proposé, il y a déjà longtemps, de former le micromètre de différents cercles concentriques, comme on le voit dans la figure 2. Mais ce remède est évidemment imparfait. En effet, prenons NS pour cercle horaire et AB pour parallèle, et traçons les diamètres KK, K'K', à 45° sur ces axes. Par les points où KK et K'K' coupent la fenêtre circulaire intérieure, menons les parallèles pq et uv à AB. Il est clair que les astres dont les trajectoires sont comprises entre ces parallèles ne coupent aucun des cercles du micromètre dans les conditions exigées.

Si, d'autre part, on se bornait à employer un seul segment, compris entre le quart de circonférence ABC (fig. 3) et sa corde AC, la hauteur BO de la fenêtre ne serait guère que $\frac{1}{7}$ du diamètre AC du champ de la lunette. On perdrait à peu près, en déclinaison, les $\frac{6}{7}$ de ce champ.

On pourrait imaginer, sans doute, des combinaisons d'arcs de cercle qui satisferaient assez bien à la condition exigée. Telles seraient, entre autres, les dispositions des figures 4 et 5. Mais l'exécution mécanique de ces micromètres n'offrirait aucune garantie; car il est impossible à l'artiste d'évider un segment ou un secteur avec la perfection qu'il apporte à percer un trou circulaire.

Si l'on se reporte, au contraire, à la valeur limite de k qui a été déterminée tout à l'heure, on voit qu'à cette limite P ou P′, Q ou Q′ (fig. 1), les tangentes du cercle micrométrique sont inclinées à 45° sur le cercle horaire. L'angle k que nous avons obtenu serait évidemment l'inclinaison des côtés d'un micromètre rhomboïdal sur le cercle horaire, quand on demande que ce micromètre rhomboïdal fournisse les déclinaisons avec la même exactitude que les ascensions droites. On aurait alors le cas particulier du carré, et la diagonale verticale serait égale à la diagonale horizontale. Nous atteindrons, par conséquent, le but cherché, en inscrivant le carré ABCD dans le cercle (fig. 6).

8. La construction qui nous paraît la plus favorable est donc une fenêtre circulaire, dans laquelle on insère, soit à frottement dur ou à l'aide de quatre gouttes de soudure, une pièce carrée. Elle est simple; et l'exécution mécanique peut en être portée, comme on va le montrer, à un très-haut degré de précision.

Le percement d'un trou circulaire de petite dimension est l'une des opérations dans lesquelles l'artiste approche le plus de la figure géométrique. La rotation de la fraise favorise l'égalité de son action. On peut non-seulement vérifier la figure de l'ouverture produite, mais mesurer son diamètre au moyen de broches coniques, à peu près comme Bessel mesurait avec un prisme l'écart de ses règles. Tel est le moyen employé notamment à Waltham (Massachusetts), aux États-Unis, pour vérifier les dimensions des trous percés à la mécanique, dans les pierres fines qui reçoivent les axes

des roues de montre. Une inexactitude d'un dix-millième de pouce anglais est appréciable, à l'aide des broches d'acier nommées jauges (*gauges*) que l'on présente dans les trous forés. Les inégalités des différents rayons entre eux, dans une même ouverture circulaire, sont évidemment beaucoup moindres. Supposons qu'elles atteignent $\frac{1}{5}$ de la valeur citée; les défauts de figure seraient à peine 0,000 000 508 de mètre, quantité qui représente, au foyer d'une lunette de 2 mètres, un arc de 0'',052 ou 0^s,003 5 en temps, sous l'équateur.

Mais cette grande perfection mécanique, qui rend pour ainsi dire insensibles les erreurs de figure de l'instrument, est inhérente au forage circulaire exclusivement, au forage d'un cercle entier et parfaitement libre. Même dans les anneaux concentriques de Boguslawski, elle ne pourrait s'étendre qu'au cercle intérieur ou le plus petit.

Dans l'exécution du carré qui constitue la seconde pièce du micromètre proposé, on sait dresser les bords avec une précision, comparable au moins à celle que l'on apporte dans la figure d'un cercle. Ce n'est donc pas l'ondulation des arêtes qu'il faut appréhender. La difficulté mécanique est de donner aux angles la valeur voulue.

Or il nous semble que, dans cette opération, le goniomètre de Babinet serait un guide précieux. L'artiste s'en servirait pour mettre sa pièce à l'épreuve, et la retravailler, jusqu'à ce que l'incidence de deux faces contiguës approchât de l'angle droit, à quelques minutes près. Il faut examiner si cette approximation de quelques minutes est suffisante. Soit

$$y = x \operatorname{tang} \beta$$

l'équation d'une quelconque des arêtes de la pièce, on a, en différentiant par rapport à x et à β,

$$\frac{dx}{d\beta} = -\frac{2}{\sin 2\beta},$$

et en faisant $\beta = \frac{1}{4}\pi$, et passant aux différences finies,

$$\delta x = -2\delta\beta.$$

Nommons R la demi-diagonale du carré; le côté sera $R\sqrt{2}$, et, par

conséquent, l'écart indiqué donnera au plus, pour chaque minute d'excès sur l'angle droit,

$$\partial x = 2R\sqrt{2} \text{ arc } 1' = 0{,}000\,82\ R.$$

Soit $R = 40^s$, par exemple; il viendrait $\partial x = 0^s{,}033$, que l'on ne peut pas négliger. Il est donc douteux que l'artiste atteigne, dans l'exécution des angles du quadrilatère, une perfection sur laquelle l'astronome puisse se reposer.

Il existe toutefois un moyen bien simple pour tenir compte de ce genre de défaut dans le micromètre. Si nous joignons le sommet A (fig. 7) de la pièce sensiblement carrée ABCD, au milieu O de la diagonale BD, cette droite AO ne différera pas d'une manière appréciable de la perpendiculaire abaissée de A sur BD. Mais OA pourra différer un peu de OB. On a d'ailleurs, en menant une trajectoire quelconque MN parallèle à DB,

$$\frac{AI}{IN} = \frac{AO}{OB};$$

d'où l'on voit que tout passage selon MN sera réduit au triangle qui serait exactement isocèle et rectangle en A, si on multiplie la durée par le rapport $\frac{AO}{OB}$, ou rapport de la hauteur du triangle à la moitié de sa base. Ce rapport, que je désignerai par la lettre g, constitue donc l'une des constantes du micromètre. Nous enseignerons à le déterminer. Il nous suffit ici d'avoir constaté quel est le seul défaut de figure dont il soit nécessaire de tenir compte. Les autres constantes du micromètre seront seulement ses grandes dimensions, et le centrage relatif de ses deux pièces.

9. Afin de simplifier le langage, j'appellerai micromètre composé la plaque focale qui porte un carré opaque, inséré dans une ouverture circulaire. Avant de présenter la théorie générale de ce micromètre, il sera utile de faire certaines conventions sur les unités employées. Dans le système proposé, toutes les observations seraient données en temps, sur le registre de l'horloge. Il semble donc tout à fait superflu d'employer, pour les ascensions droites et les déclinaisons, deux unités différentes. La seconde de temps peut s'appliquer à la mesure des ordonnées tout aussi bien qu'à celle des abscisses. On est toujours libre, d'ailleurs, de convertir en secondes d'arc les différences de déclinaison, en multipliant les secondes de temps par 15. Mais je me dis-

penserai de cette multiplication; je prendrai la seconde de temps pour unité générale.

Comme les vitesses de transit varient avec les parallèles, elles n'offrent pas une bonne mesure pour les distances angulaires sur la sphère. Il paraît donc utile de prendre exclusivement pour unité la seconde de temps dans l'équateur céleste, en d'autres termes les durées réduites au grand cercle. Lorsqu'on opère immédiatement cette réduction, sur les observations de chaque étoile, en multipliant par le cosinus de la déclinaison, les mesures sont immédiatement comparables aux dimensions angulaires du réticule. Les réductions micrométriques peuvent s'exécuter alors avec les mêmes tables, à peu près comme si toutes les étoiles étaient des astres de l'équateur.

C'est toujours ce temps réduit que nous emploierons. Les coordonnées de tous les points d'un groupe seront alors des distances au cercle horaire et à sa perpendiculaire. Ce système de distances est éminemment convenable pour donner rapidement une idée correcte des petits mouvements relatifs des étoiles, tant en direction qu'en grandeur.

Nous n'avons pas supposé qu'aucun groupe fût choisi considérablement au dedans du petit cercle diurne de la polaire; mais nous n'avons négligé aucun terme de réduction qui soit sensible pour cette étoile. En approchant du pôle, les passages deviennent si lents qu'il est nécessaire d'employer un très-petit réticule, lorsqu'on veut éviter les pertes de temps.

La limite μ des quantités que nous conserverons sera $0^s{,}001$ de temps de l'équateur, ou $0''{,}015$ d'arc. Nous supposons, par conséquent, que l'on mette dans les calculs trois décimales aux secondes de temps. L'erreur accidentelle d'une comparaison porte, comme on sait, sur la deuxième figure décimale des secondes; en sorte que, en considérant les réitérations d'une même mesure, on aurait, à droite de la virgule, un chiffre constant, suivi de deux chiffres variables. C'est de ces deux derniers que se composera l'expression des erreurs. L'erreur probable d'un résultat immédiat sera donc exprimée avec deux chiffres significatifs, ce qui paraît ici suffisant.

Afin de fixer les idées, et d'examiner l'influence des différentes corrections, nous avons pris un réticule d'exemple, de dimensions données. Nous y supposons $R = 10' = 40^s$. Ce rayon est exagéré. Les corrections appréciables

dans un micromètre de cette étendue seraient en général moins sensibles dans un appareil plus petit.

Le quadrilatère inscrit dans le cercle micrométrique admet évidemment quatre positions, suivant celui de ses angles qu'on élève au point culminant du champ. Tout ce qui sera dit d'une position particulière s'applique semblablement aux trois autres. Je désignerai toujours sous le nom de *triangle* cette portion particulière du quadrilatère, sous laquelle le passage qu'on discute a été observé.

10. Nous allons supposer un instant que la figure géométrique de notre micromètre composé soit parfaite : un carré inscrit dans un cercle. Nous admettons seulement que la diagonale AC (fig. 8) du carré soit inclinée d'un petit angle y sur le cercle horaire PQ. Nous raisonnons, pour plus de simplicité, sur une étoile de l'équateur.

Soient :

h_1, h_2, h_3, h_4 les temps des quatre observations;

η la durée du passage sous le triangle;

θ celle du passage par le cercle;

H l'instant du passage par le cercle horaire PQ;

H′ celui du passage par le point milieu de $h_2\, h_3$;

R le rayon du cercle;

k l'angle de position de h_1 ou h_4, compté de P;

y l'inclinaison POA, positive quand A est situé du côté vers lequel porte le mouvement diurne;

x la déclinaison relative OH.

On a d'abord, par le cercle,

$$\sin k = \frac{\theta}{2R}, \quad \text{et} \quad x = R \cos k. \tag{6}$$

Maintenant, dans le carré, le triangle AIh_2 a l'angle $A = 45°$, celui $h_2 = 45° - y$; $AI = R - IO = R - \frac{OH}{\cos y} = R - \frac{x}{\cos y}$. Appelons t' le côté Ih_2, on voit que

$$\frac{\sin 45°}{\sin (45° - y)} = \frac{t'}{R - \frac{x}{\cos y}};$$

développant,

$$\frac{\sin 45^\circ}{\sin 45^\circ \cos y - \cos 45^\circ \sin y} = \frac{t'}{R - \dfrac{x}{\cos y}},$$

et comme $\cos 45^\circ = \sin 45^\circ$,

$$R - \frac{x}{\cos y} = (\cos y - \sin y)\, t'. \qquad (7)$$

Le réticule, attaché à une lunette libre, pourrait toujours être orienté en peu d'instants à 1° près : il suffirait, par exemple, de faire décrire un certain fil ou une certaine rainure par une première étoile. Mais si la lunette est montée parallactiquement, la précision sera aisément beaucoup plus grande. Supposons toutefois que y s'élève jusqu'à 1°. Dans ce cas, on a, en parties du rayon pris pour unité,

$$y = 0{,}017\,453;$$

d'où

$$y^2 = 0{,}000\,305,$$

et

$$y^3 = 0{,}000\,005.$$

Si $0^s{,}001 = \mu$ est la limite des grandeurs dont on tient compte, et $40^s = R$ le rayon du réticule,

$$\frac{\mu}{R} = 0{,}000\,025.$$

Par conséquent, toute quantité inférieure à $5y^3$ peut être négligée.

Développons dans (7) $\sin y$, $\cos y$ et $\frac{1}{\cos y}$; il vient, en rejetant les termes insensibles,

$$R - x\left(1 + \frac{1}{2}y^2\right) = t'\left(1 - y - \frac{1}{2}y^2\right),$$

ou

$$R - x = t'\left(1 - y - \frac{1}{2}y^2\right) + \frac{1}{2}xy^2.$$

De là on tire

$$t' = \frac{R - x}{1 - y - \frac{1}{2}y^2} - \frac{\frac{1}{2}xy^2}{1 - y - \frac{1}{2}y^2},$$

et en effectuant les divisions et se bornant aux seuls termes influents,

$$t' = (R - x)\left(1 + y + \frac{3}{2}y^2\right) - \frac{1}{2}xy^2. \qquad (8)$$

En désignant par t'' le côté Ih_3, il suffit de changer le signe de y dans l'expression précédente; donc

$$t'' = (R - x)\left(1 - y + \frac{3}{2}y^2\right) - \frac{1}{2}xy^2. \qquad (9)$$

Maintenant il est clair que $IH = x \tang y$, ou simplement $IH = xy$. Mais

$$h_2 = H - t' + IH = H - t' + xy,$$

et

$$h_3 = H + t'' + IH = H + t'' + xy,$$

dont la somme fournit

$$h_2 + h_3 = 2H + t'' - t' + 2xy = 2H'. \qquad (10)$$

Or, faisant par (8) et (9) la différence $t''-t'$, on trouve

$$2H' = 2H - 2y(R - x) + 2xy,$$

d'où l'on tire enfin

$$x = \frac{H' - H}{2y} + \frac{1}{2}R. \qquad (11)$$

Semblablement, si nous faisons la somme η de $t'+t''$, nous obtenons

$$\eta = (R - x)(2 + 3y^2) - xy^2,$$

d'où

$$x = \frac{2R + 3Ry^2 - \eta}{2 + 4y^2},$$

et en effectuant la division et réduisant,

$$x = R - \frac{1}{2}Ry^2 - \frac{1}{2}\eta + \eta y^2. \qquad (12)$$

Si maintenant l'on égale entre elles les valeurs (11) et (12), il vient

$$\frac{H' - H}{2y} + \frac{1}{2}R = R - \frac{1}{2}Ry^2 - \frac{1}{2}\eta + \eta y^2,$$

ou bien, en supprimant toujours les termes insensibles,

$$H' - H + Ry = 2Ry - \eta y,$$

d'où

$$y = \frac{H' - H}{R - \eta}. \qquad (13)$$

Les quantités H, H' et η sont données par l'observation; R est le rayon du réticule exprimé dans la même unité. L'équation (13) fournit donc y sous une forme extrêmement simple. Posons

$$H' - H = A, \quad R - \eta = B; \tag{14}$$

nous écrirons

$$y = \frac{A}{B}. \tag{15}$$

De l'équation (11) on conclut

$$H' - H = y(2x - R), \tag{16}$$

d'où l'on voit que le maximum de $H' - H$ est $\mp yR$, et que ce maximum arrive pour $x = 0$ et pour $x = R$; tandis que pour $x = \frac{1}{2}R$ on a $H' - H = 0$, quelle que soit la valeur de y (dans les limites indiquées). Cette remarque est importante, puisqu'elle nous fait connaître une région du micromètre dans laquelle l'erreur d'orientation disparaît. Dans cette région, y resterait indéterminé. La précision avec laquelle on obtient cette quantité dépend, par conséquent, de la situation de la trajectoire observée, dans le réticule.

Cherchons l'erreur de y, en fonction de l'erreur moyenne d'une observation. A cet effet, j'appliquerai à la formule (15) le procédé de la différentiation; je ferai usage d'ailleurs du symbole ∂ des différences finies. On voit que

$$\partial y = \frac{\partial A}{B} - \frac{A \partial B}{B^2};$$

et si l'on remplace $\frac{A}{B}$ par y dans le second terme,

$$\partial y = \frac{1}{B}(\partial A - y \partial B).$$

Comme y est toujours très-petit, on peut se borner au premier terme entre parenthèses, et écrire

$$\partial y = \frac{1}{B}\partial A. \tag{17}$$

Il s'agit de déterminer ∂A en fonction de l'erreur moyenne $\mp \partial h$ d'une annotation isolée.

D'abord l'erreur moyenne d'un milieu H ou H' est manifestement $\mp \frac{\partial h}{\sqrt{2}}$,

et celle de A ou H′ — H est $\mp \delta h$. L'erreur moyenne d'une durée de passage η ou θ, qui résulte de la différence de deux observations, serait, de son côté, $\mp \delta h\sqrt{2}$. Substituant pour δA sa valeur, dans l'expression (17), il vient

$$\delta y = \mp \frac{1}{B}\delta h.$$

Par suite, les poids des différentes déterminations sont proportionnels à B^2.

Dans ce qui précède, nous avons supposé le rayon R parfaitement connu. Mais la plaque micrométrique est soumise, par les changements de température, à des dilatations qui ne sont pas insensibles. Il est impossible, d'ailleurs, de répondre de l'ajustement du foyer, ainsi que de la longueur focale actuelle; cette dernière quantité varie même faiblement avec la température des lentilles. Supposons qu'il faille faire au rayon R adopté la correction actuelle δR. On voit, en différentiant (13) par rapport à y et à R, que

$$\delta y = \frac{A}{B^2}\delta R.$$

Donc la véritable valeur y_0 de la constante $y + \delta y$ sera

$$y_0 = \frac{A}{B} - \frac{A}{B^2}\delta R. \qquad (18)$$

Or, comme le poids de chacune de ces équations de condition est proportionnel à B^2, on posera définitivement

$$B^2 y_0 + A\delta R - AB = 0. \qquad (19)$$

Les inconnues sont y_0 et δR. En combinant toutes les étoiles entre elles, par la méthode des moindres carrés, les équations finales peuvent être présentées sous la forme

$$\left.\begin{aligned} \Sigma B^4 y_0 + \Sigma AB^2\delta R - \Sigma AB^3 &= 0, \\ \Sigma AB^2 y_0 + \Sigma A^2\delta R - \Sigma A^2 B &= 0; \end{aligned}\right\} \qquad (20)$$

d'où l'on tirera rapidement y_0 et δR.

Il faut évidemment procéder à la recherche de ces inconnues, pour chaque zone séparément. Mais si le groupe renferme cent étoiles, on peut espérer que les valeurs résultant de la combinaison des cent équations de condition seront bien déterminées. Les calculs numériques s'exécuteront d'ailleurs rapi-

dement. L'une des données, A, est une petite différence, qui montera tout au plus jusqu'aux dixièmes de secondes : elle s'écrira donc par trois chiffres significatifs au maximum; y et δR sont de l'ordre de A. On peut, par conséquent, se contenter de quatre chiffres significatifs dans la préparation des équations (20), et se borner à des logarithmes à quatre décimales. Les calculs, sous de pareilles conditions, n'offrent ni difficultés ni longueurs.

11. Ayant obtenu y_0 et δR, on remplacera dans (12) R, ou la hauteur admise du triangle, par sa valeur corrigée $R+\delta R=R'$, et y par y_0. On aura ainsi pour la déclinaison x_1 déduite du passage sous le triangle,

$$x_1=\left(R'-\frac{1}{2}\eta\right)+\left(\eta-\frac{1}{2}R'\right)y_0^2. \tag{21}$$

La même correction δR devra être appliquée au rayon admis du cercle, qui devient R''. Il s'ensuit que la déclinaison x_2 déduite du passage par le cercle a pour expression

$$x_2=\mp\sqrt{R''^2-\frac{1}{4}\theta^2}, \tag{22}$$

ou bien, en posant $\sin k=\frac{\theta}{2R''}$,

$$x_2=R''\cos k. \tag{23}$$

Il reste à combiner entre elles ces deux déterminations x_1 et x_2 d'un même élément. Il ne serait pas logique d'en prendre la moyenne, puisque leurs poids sont, en général, inégaux.

Nous avons vu tout à l'heure que l'erreur moyenne de η ou θ a pour valeur $\mp\delta h\sqrt{2}$. Ainsi l'erreur moyenne de x_1 est, en négligeant le terme qui dépend de y_0^2,

$$\delta x_1=-\frac{1}{2}\delta\eta=\mp\frac{\delta h}{\sqrt{2}}.$$

Celle de x_2 est en même temps

$$\delta x_2=-\frac{\theta}{4\sqrt{R''^2-\frac{1}{4}\theta^2}}=\mp\frac{\theta}{2x}\frac{\delta h}{\sqrt{2}}.$$

Si donc on attribue le poids 1 à x_1, celui p de x_2 sera

$$p=\frac{4x^2}{\theta^2}. \tag{24}$$

Il s'agit maintenant de combiner x_1 et x_2 proportionnellement à leurs poids respectifs. On trouve ainsi pour la valeur finale x_0,

$$x_0 = \frac{x_1 + px_2}{1 + p}. \tag{25}$$

Si dans le dénominateur $1 + p$, on met pour p sa valeur $\frac{4x^2}{\theta^2}$, on voit que $1 + p = \frac{\theta^2 + 4x^2}{\theta^2}$, et comme $\theta^2 + 4x^2 = 4R^2$, il s'ensuit que $1 + p = \frac{4R^2}{\theta^2}$. Substituant maintenant dans (25) les valeurs de p et de $1 + p$, on trouve

$$x_0 = \frac{\frac{1}{4}\theta^2 x_1 + x^2 x_2}{R^2},$$

ou enfin, en remarquant que $\frac{\theta}{2R} = \sin k$, et $\frac{x}{R} = \cos k$, formules (6), il vient

$$x_0 = x_1 \sin^2 k + x_2 \cos^2 k. \tag{26}$$

Cette formule élégante permet de combiner rapidement les déclinaisons qui proviennent des deux sources, proportionnellement à leurs poids. Sous le diamètre, le second terme est nul : la déclinaison par le cercle est indéterminée et ne peut entrer en ligne de compte. Près de ce diamètre les x_2 sont peu sûrs ; mais on voit qu'ils seront multipliés par des facteurs très-petits.

On négligera, dans le calcul numérique de (26), les secondes entières, qui sont constantes. Il suffira d'opérer sur la fraction décimale, qui n'occupe que trois rangs.

Appliquons la même marche aux ascensions droites.

Nommons H_1 celle qui résulte du passage sous le triangle, H_2 celle tirée des observations sous la circonférence du cercle. On voit par la formule (16) que la correction du passage sous le triangle est

$$\delta H = (2x - R)y = (R - \eta)y = By.$$

Appliquons cette petite équation à l'heure observée H', en changeant le signe, et en faisant usage de la valeur actuelle y_0 de y,

$$H_1 = H' - By_0. \tag{27}$$

On a en même temps par le cercle, sans aucune correction,

$$H_2 = H. \tag{28}$$

L'erreur moyenne de H est, comme on l'a vu, $\mp \frac{\delta h}{\sqrt{2}}$; telle est aussi celle de H'; mais celle du deuxième terme de (27) dépend de l'exactitude avec laquelle y_0 a été obtenu. Or, il est clair que celle-ci est une fonction du nombre et de la situation des étoiles employées dans les équations (20). Supposons la distribution des étoiles uniforme en déclinaison, et soit n leur nombre. Le poids de chacune des équations de condition est proportionnel à B^2, et dans notre hypothèse B peut passer par toutes les valeurs absolues entre 0 et R. La valeur moyenne de B^2, prise dans la loi de continuité, sera donc $\frac{1}{3}R^2$. Le carré de l'erreur moyenne de y_0, cette inconnue étant déduite d'une seule étoile, serait par suite $\frac{3}{R^2}(\delta h)^2$. Et si l'on a employé n étoiles, on voit que

$$\delta y_0 = \mp \frac{\delta h}{R}\sqrt{\frac{3}{n}};$$

d'où l'on conclut

$$\delta H_1 = \mp \delta h \sqrt{\left[\frac{1}{2} + \left(\frac{B}{R}\right)^2 \cdot \frac{3}{n}\right]}. \tag{29}$$

Maintenant soit $\xi = \frac{B}{R}$ la déclinaison d'une étoile donnée, comptée à partir du milieu du rayon du micromètre, et exprimée en fraction de ce rayon pris pour unité; l'équation (29) devient

$$\delta H_1 = \mp \delta h \sqrt{\left(\frac{1}{2} + \frac{3\xi^2}{n}\right)},$$

et comme

$$\delta H_2 = \mp \delta h \sqrt{\frac{1}{2}},$$

il est clair qu'en attribuant à H_2 un poids 1, celui p' de H_1 sera

$$p' = \frac{\frac{1}{2}}{\frac{1}{2} + \frac{3\xi^2}{n}} = \frac{n}{n + 6\xi^2}. \tag{30}$$

Effectuant la division il vient

$$p' = 1 - \frac{6\xi^2}{n} + \frac{36\xi^4}{n^2} \cdots$$

On se rappellera que ξ a au maximum $\frac{1}{2}$ pour valeur numérique.

En se bornant au terme en ξ^2 dans la valeur définitive $H_0 = \frac{H_1 p' + H_2}{p' + 1}$ du passage sous le cercle horaire on trouve

$$H_0 = \frac{H_1\left(1 - \frac{6\xi^2}{n}\right) + H_2}{2 - \frac{6\xi^2}{n}} = \frac{H_1 + H_2}{2} - \frac{H_1 - H_2}{4} \cdot \frac{6\xi^2}{n} + \cdots,$$

ou bien

$$H_0 = \frac{H_1 + H_2}{2} - \frac{3}{2}(H_1 - H_2)\frac{\xi^2}{n} \cdots \qquad (31)$$

Le premier terme $\frac{H_1 + H_2}{2}$ est la moyenne des deux déterminations. Dans le second terme, la petite différence $H_1 - H_2$ est la discordance de ces mêmes déterminations. Elle est de l'ordre de δh qui en exprime la valeur moyenne, et n'occupe, par conséquent, que les rangs décimaux des centièmes et millièmes de secondes. Le facteur $\frac{3}{2}\frac{\xi^2}{n}$ est au maximum, en faisant $n = 100$,

$$\frac{3}{2} \cdot \frac{\xi^2}{n} = \frac{3}{800} = 0{,}003\,75;$$

et en portant δh à $0^s{,}1$, ce facteur n'élèverait encore le deuxième terme du second membre de (31) qu'à $0^s{,}000\,375$. Il est permis évidemment de le négliger. On se bornera, en conséquence, à prendre la moyenne entre les deux passages, après avoir eu soin toutefois de corriger celui sous le triangle, conformément à la formule (27). On peut s'en tenir, dans tous les cas, à

$$H_0 = \frac{H_1 + H_2}{2}. \qquad (32)$$

12. Nous avons supposé, dans ce qui précède, que la figure du micromètre soit parfaite, et que les observations soient seulement affectées d'erreurs accidentelles. Dans ces hypothèses, chaque zone fournit par elle-même l'orientation y_0 du micromètre, et la dimension angulaire actuelle du rayon $R + \delta R$ de l'ouverture circulaire. Les quantités y_0 et δR ne peuvent être empruntées, en effet, qu'à l'observation directe, contemporaine des passages mêmes qu'il s'agit de réduire. Mais nos deux hypothèses ne sont jamais satisfaites rigoureusement; et nous avons à examiner comment on peut parvenir, avant toute chose, à y ramener les observations.

D'abord les observations d'entrée et de sortie ne sont pas de nature identique. Il n'est nullement certain, ni même probable, que l'œil saisisse instantanément l'apparition ni la disparition de l'étoile. Et s'il y a des retards, ceux-ci vraisemblablement ne sont pas égaux dans l'un et l'autre cas. De là, quand nous comparons une immersion à une émersion, pour prendre une durée de passage, cette durée observée est un peu différente de la durée réelle. Comme nos calculs sont basés sur les rapports, non sur les différences de ces durées, l'écart qui provient de cette source vicie infailliblement les résultats.

Notre premier soin doit être d'étudier cette petite erreur. Je l'appellerai *équation organique*, le nom d'équation personnelle étant plus particulièrement réservé aux comparaisons de plusieurs astronomes entre eux. Il s'agit ici d'un seul observateur, qui se compare avec lui-même, dans deux observations d'espèce un peu différente. Supposons qu'il faille plus de temps pour apercevoir l'étoile après l'émersion, qu'il n'en est besoin pour perdre l'image après la disparition; le passage à travers une ouverture quelconque sera abrégé d'une petite quantité ε. Le passage sous un écran serait, au contraire, allongé de la même valeur. Faisons la fenêtre et l'écran de dimensions égales, et nous mettrons en évidence la double différence 2ε.

Divisons, par exemple, la plaque micrométrique par un de ses diamètres AOB (fig. 9), en deux moitiés dont les parties pleines et les parties évidées soient complémentaires; dont l'une soit l'image négative de l'autre, si je puis m'exprimer ainsi. L'étoile dont la trajectoire est EF sera observée en h_1, h_2, h_3, h_4. Appelons t' la durée de la visibilité entre h_1 et h_2, t'' celle de l'occultation entre h_3 et h_4, l'équation organique aura pour valeur

$$\varepsilon = \frac{1}{2}(t'' - t'). \qquad (33)$$

Nous prenons ε positif lorsqu'il faut plus de temps à l'observateur pour recevoir l'impression de l'étoile, qu'il ne lui en faut pour la perdre.

On a regardé les espaces $h_1\,h_2$ et $h_3\,h_4$ comme rigoureusement égaux entre eux. Cette condition peut être satisfaite mécaniquement, avec la précision désirable. On s'assure d'abord qu'un défaut de parallélisme d'un degré, entre les axes des figures MNPQ et M'N'P'Q' supposées égales, n'aurait pas

d'influence sensible. Or on peut atteindre aisément cette limite. Mais l'égalité des rectangles doit être fort approchée. Il ne serait peut-être pas suffisant de découper dans l'écran AEB la fenêtre MNPQ, et d'appliquer la pièce sur une lame de verre en M'N'P'Q'. La contraction des bords produite par les ciseaux ou l'emporte-pièce pourrait causer une différence sensible.

L'un des meilleurs moyens pratiques serait sans doute de découper, dans une plaque EFG (fig. 10), un certain nombre d'ouvertures rectangulaires MM', NN', etc., figurant un gril. On appliquerait cette plaque en ABC, sur l'une des moitiés de la lame de verre ABCD; puis passant, à l'aide d'un pinceau, une légère couche d'un vernis opaque ou de cire fondue sur EFG, les fenêtres MM' NN',.... limiteraient des dépôts *mm'*, *nn'*,... Faisant tourner alors le modèle EFG autour du diamètre AC, on le rabattrait en ADC, et les dépôts *mm' nn'*,... offriraient la contre-épreuve des moules $\mu\mu'$, $\nu\nu'$,...

Soient n le nombre des fenêtres du modèle; h'_1, h'_2,... h'_{2n} les instants des observations d'une étoile sous ce modèle, à commencer par une émersion; h''_1, h''_2... h''_{2n} les instants des observations sous la contre-épreuve, à commencer par une immersion; on a par (33),

$$\varepsilon = \frac{(h''_2 + h''_4 \cdots + h''_{2n}) + (h'_1 + h'_3 \cdots + h'_{2n-1}) - (h''_1 + h''_3 \cdots + h''_{2n-1}) - (h'_2 + h'_4 \cdots + h'_{2n})}{2n}.$$

Ou bien, en représentant par Σe la somme des heures auxquelles des émersions ont été observées, et par Σi la somme des heures des immersions,

$$\varepsilon = \frac{\Sigma e - \Sigma i}{2n}. \qquad (34)$$

D'autres moyens se présentent encore à l'esprit pour réaliser la condition d'égalité des écrans et des fenêtres.

Il sera intéressant d'étudier l'équation organique avec des étoiles de différentes déclinaisons (c'est-à-dire de différentes vitesses), de grandeurs inégales, et sous des inclinaisons diverses des arêtes de contact. Pour varier cette dernière condition, il suffirait de faire tourner dans son plan la plaque ABCD.

Nous supposerons, dans tout ce qui suit, que les observations ont été corrigées des effets de cette espèce d'erreurs.

13. La seconde étude est celle de toutes les dimensions du micromètre. Il faut d'abord avoir une approximation de sa largeur générale R ou rayon du cercle, en mesure angulaire. On examinera ensuite les petites irrégularités partielles.

On détermine habituellement le rayon R en mesurant le diamètre linéaire d de la fenêtre, et la longueur focale F de la lunette. Si l'on demande d'exprimer R en secondes de temps (sous l'équateur), il suffit de faire

$$R = \frac{S}{2\pi} \cdot \frac{d}{F}, \tag{35}$$

où S représente le nombre de secondes renfermées dans les vingt-quatre heures, et π le rapport de la circonférence au diamètre.

Mais il est bon de faire remarquer immédiatement que les grandeurs d et F, et surtout cette dernière, ne sont pas susceptibles d'être mesurées avec l'exactitude que nous requérons dans la détermination de R. On n'obtiendrait pas un résultat plus sûr en visant sur des mires éloignées, de dimensions connues. Il suffit, pour s'en convaincre, de jeter les yeux sur les expériences de Struve, par lesquelles il a cherché la valeur d'un tour de vis, dans le micromètre de Dorpat. De plus, la distance F varie avec l'ajustement et l'état de l'instrument. Il faut donc regarder la valeur (35) de R comme une simple approximation, que l'on est forcé de corriger, dans chaque série, à l'aide des observations elles-mêmes. C'est pourquoi nous avons introduit, parmi les inconnues à déterminer, dans les équations (20), n° 10, la correction actuelle δR.

Le rayon $R + \delta R$ du cercle étant supposé connu, toutes les autres dimensions actuelles de la figure en résulteront, pourvu que l'on connaisse d'avance leurs petites différences par rapport à R. Les demi-diagonales du quadrilatère, et les hauteurs individuelles des quatre triangles qu'on peut placer tour à tour en observation, sont des quantités très-peu différentes du rayon du cercle circonscrit; et si l'une quelconque d'entre elles est R' quand ce rayon est R, elle deviendra fort sensiblement $R' + \delta R$ quand R devient $R + \delta R$. La correction expérimentale et actuelle δR s'applique donc simultanément à toutes les dimensions dont nous parlons.

Dans le but d'apprécier les irrégularités du quadrilatère, nous allons examiner le parti qu'on peut tirer de la mesure de ses angles au goniomètre.

Soit ABCD (fig. 11) le carré imparfait dont les angles A,B,C,D surpassent respectivement $\frac{1}{2}\pi$ des petites quantités α, β, γ, δ, inscrites sur la figure à côté des sommets auxquels elles se rapportent. Faisons $AC = 2R$, et nommons a la demi-différence $CK - AK$, tellement que $AK = R - a$, et $CK = R + a$. Posons de même $BK = R - b$, et $DK = R + b + \rho$, où ρ désigne l'excès de la diagonale BD sur la diagonale AC.

Dans le triangle AKB,

$$AK \,.\, \sin BAK = BK \,.\, \sin ABK. \tag{36}$$

Faisons varier ces quatre quantités. Supposons les angles de 45°, et, par conséquent, sin BAK et cos BAK, sin ABK et cos ABK égaux entre eux. Remplaçons la variation de AK par sa valeur $-a$, celle de BK par sa valeur $-b$. Appelons enfin m et n respectivement les petits accroissements de BAK et ABK. On voit immédiatement que dans un pareil triangle, à très-peu près rectangle et isocèle, dont deux côtés diffèrent peu de R, on a

$$R(m - n) = a - b. \tag{37}$$

Nommons ensuite p et q, r et s, t et u, les variations respectives des angles CBK et BCK, DCK et CDK, ADK et DAK. La variation de chaque angle est écrite sur la figure, dans l'ouverture à laquelle elle se rapporte.

On a un premier système d'équations.

$$\left.\begin{aligned} R(m - n) &= a - b, \\ R(p - q) &= b + a, \\ R(r - s) &= -a + b + \rho, \\ R(t - u) &= -b - \rho - a. \end{aligned}\right\} \tag{38}$$

On a en même temps

$$\left.\begin{aligned} m + u &= \alpha, \\ n + p &= \beta, \\ q + r &= \gamma, \\ s + t &= \delta. \end{aligned}\right\} \tag{39}$$

Les écarts α, β, γ, δ sont des quantités connues, que l'on suppose déterminées avec un grand soin, à l'aide du goniomètre.

De plus

$$\alpha + \beta + \gamma + \delta = 0, \tag{40}$$

la somme des angles du quadrilatère étant constante.

Prenant successivement les valeurs de u, t, s,... dans le premier groupe, et comparant aux valeurs déduites du second groupe, on arrive à une dernière équation dans laquelle il ne reste plus que ρ et les connues R, α, β, γ, δ; savoir :

$$2\frac{\rho}{R} = (\alpha + \gamma) - (\beta + \delta). \tag{41}$$

On parvient au même résultat en dégageant d'abord ρ dans le premier groupe, c'est-à-dire en l'exprimant en fonction de m, n, p, q, r, s, t, u; puis en remplaçant les sommes deux à deux de ces dernières quantités, par leurs valeurs respectives tirées du second groupe.

La formule (41) présente, sous une forme très-simple, la petite différence qui existe entre les deux diagonales du quadrilatère. L'excès ρ d'une diagonale désignée est positif, quand la somme $\beta + \delta$ des excès des angles auxquels elle aboutit est inférieure à la somme $\alpha + \gamma$ des excès des angles latéraux.

Supposons que la détermination des petits excès α, β, γ, δ, s'effectue, à l'aide du goniomètre, à 15″ près; $\frac{\rho}{R}$ sera connu à arc 15″ ou 0,000 073. Soit R = 40ˢ; l'erreur absolue montera au maximum à 0ˢ,002 9, qui est de l'ordre des défauts accidentels de figure (nº 8).

Il n'est peut-être pas superflu de comparer l'exactitude du résultat fourni par le goniomètre avec celle que l'on peut attendre d'une comparaison des grandeurs absolues des deux diagonales. Les divisions les plus fines des échelles microscopiques de Froment sont de 0,000 001 de mètre; et les lignes parallèles tracées par Nobert (de Greifswald) donnent environ la moitié de cette grandeur, ou 0,000 000 5 de mètre. Telle serait aussi la limite d'opérations différentielles, dans le comparateur de Lenoir. La quantité citée représente, au foyer d'une lunette de 2 mètres, 0″,052 ou 0ˢ,003 5 de temps. Ainsi ces divers moyens ne sont pas plus exacts, et ils seraient certainement plus longs et plus difficiles qu'une étude au goniomètre. De plus, les angles α, β, γ, δ sont toujours nécessaires pour calculer les rapports ξ

(n° 8) qui servent aux réductions des passages, sous les quatre positions du quadrilatère.

Pour déterminer le rapport ξ ou $\frac{AK}{\frac{1}{2}DB}$ (fig. 11), considérons le demi-cercle AMB (fig. 12), dont le rayon est R. L'angle inscrit AMB est un angle droit. Mais si cet angle croît de la petite quantité α, et devient, par exemple, A'MB', bissecté par MO, l'arc AA' = BB' mesurera la variation de l'angle M, et l'on aura, par conséquent, AA'=Rα. De plus, on pourra considérer A'B' comme égal à AB, et regarder le segment A'MB' comme le segment capable de $\frac{1}{2}\pi + \alpha$, construit sur la diagonale 2R. Enfin comme PO diffère seulement de AA' par des quantités du second ordre, on se contentera d'écrire

$$PO = R\alpha,$$

et

$$PM = R(1 - \alpha). \quad (42)$$

De là résulte manifestement pour le rapport cherché ξ ou $\frac{PM}{A'P}$,

$$\xi = 1 - \alpha. \quad (43)$$

Un petit déplacement du point M sur la circonférence AMB n'altère pas ce résultat, tant qu'on se borne à considérer les différences du premier ordre.

Si l'on envisageait dans le quadrilatère un autre angle MB'N dont l'excès est β, on trouverait semblablement le rapport qui convient à cette nouvelle position de la plaque, et ainsi des autres triangles sous lesquels on fait passer les étoiles.

Il est visible, en même temps, que si A'P=R+r, un peu différent de R, le rapport ξ subsistera tel qu'il vient d'être déterminé, mais la hauteur PM ou h du triangle, de laquelle il faudra partir dans les réductions, sera, en supprimant le produit αr qui est du second ordre,

$$h = R - \alpha R + r. \quad (44)$$

Ajoutons encore qu'il est facile de faire servir les formules (42) à la détermination de l'excès υ de la hauteur PM (fig. 12) du triangle élevé ou supérieur, sur celle QN du triangle abaissé ou inférieur. Ce rapport est d'ailleurs sensiblement celui de MF à FN, à cause de la très-faible inclinaison de toutes

ces droites les unes sur les autres. Or, si β est l'excès de l'angle ABC (fig. 11) sur un droit, et δ celui de l'angle ADC, on a d'après (42)

$$BK = R(1 - \beta),$$

et semblablement

$$DK = R(1 - \delta);$$

donc la différence DK—BK a pour valeur

$$DK - BK = R(\beta - \delta). \qquad (45)$$

Cette grandeur n'est autre que le double de la distance IK du milieu I de BD, à l'intersection K des diagonales. Or $\frac{IK}{AK}$ mesure sensiblement l'inclinaison de AI sur AK, et $\frac{IK}{CK}$ mesure celle de CI sur CK. Ces deux inclinaisons partielles sont d'ailleurs égales entre elles, aux quantités près du second ordre. Ainsi l'inclinaison totale de AI sur CI, que j'appellerai υ, ne diffère pas sensiblement de

$$\upsilon = \beta - \delta. \qquad (46)$$

Cette détermination est importante, car elle nous montre que l'inclinaison y_0 de la médiane du triangle micrométrique sur le cercle horaire n'est pas la même dans les deux portions du champ. Si l'on divise les équations (19) en deux groupes, l'un comprenant les étoiles qui passent au-dessus de la diagonale située dans le parallèle, et l'autre renfermant les étoiles qui passent au-dessous, les deux valeurs de y_0 différeront entre elles de la quantité υ. On déterminerait ainsi υ, qui doit demeurer constant pour toutes les zones, aussi longtemps qu'on laisse la plaque dans la même position. Cette marche peut conduire à une vérification. Mais si l'on obtient υ à 15″ ou 20″ par le goniomètre, il est préférable d'adopter cette détermination.

Si l'on emploie y_0 pour l'inclinaison de la médiane du triangle supérieur sur le cercle horaire, n° 10 (fig. 8), $y_0 + \upsilon$ sera l'inclinaison de la médiane du triangle inférieur. Dans la formule (46), on prendra pour β l'excès sur un droit de l'angle du quadrilatère situé du côté d'où les étoiles viennent, et pour δ l'excès de l'angle placé du côté où les étoiles s'en vont.

Pour les étoiles de la région inférieure du champ, l'équation (19) devient alors

$$B^2 y_0 + A\delta R - AB + B^2 \upsilon = 0. \qquad (47)$$

Et comme υ est une quantité fort petite, il en résulte une correction de deux chiffres au plus sur les derniers rangs conservés du terme connu. Une table de quelques lignes en fournira les valeurs à vue.

14. Après avoir corrigé les observations pour les défauts de figure du quadrilatère, il faut considérer les erreurs de centrage. Le milieu E de la diagonale DB (fig. 13), qui sert de base commune aux triangles employés, ne coïncide pas nécessairement avec le centre O du cercle. Il faut connaître les coordonnées de E par rapport à O.

On pourrait procéder à cette étude, comme on le fait pour l'espacement des fils des réticules, au moyen des observations elles-mêmes. Mais ce serait introduire une nouvelle inconnue, et il est désirable de limiter, autant que faire se peut, le nombre des quantités à dégager des observations. Il est vrai qu'en choisissant les étoiles qui passent fort près du point I (fig. 13), milieu de la hauteur AE du triangle DAB, l'influence de l'inclinaison y s'évanouit, comme on l'a vu par l'équation (16), n° 10. La différence des heures de passage, conclues du cercle et du triangle, donnerait alors immédiatement, et sans aucune réduction, la petite abscisse m de E par rapport à O, mesurée sur la perpendiculaire au cercle horaire. Mais ce moyen serait lent; et si l'appareil venait à subir un accident avant que les observations fussent accumulées en nombre suffisant, les éléments de réduction resteraient incertains, et les matériaux recueillis sans valeur.

Il serait facile cependant d'étudier à loisir la construction d'un réticule quelconque, et de multiplier les observations pour ainsi dire indéfiniment, en employant des passages d'étoiles artificielles. Pour réaliser cette idée, il suffirait de faire osciller au foyer d'un collimateur un pendule qui porte un point brillant. Le mouvement d'un pendule est si régulier, qu'on peut en déduire les mesures les plus délicates. Mais le point brillant se déplacerait sur la surface du pendule pendant les progrès de l'oscillation, et il faudrait tenir compte de ce déplacement.

Il est préférable, par conséquent, d'employer un point lumineux fixe, et de faire osciller la lentille du collimateur, en l'attachant à un pendule ou à un métronome. On formerait d'ailleurs l'étoile artificielle à la distance focale, en laissant passer la lumière d'une lampe par le trou d'un écran.

Le centre de la lentille serait placé, par exemple, au point C (fig. 14) du pendule IC, qui oscille dans l'arc CP de part et d'autre de la verticale. La lampe G fournirait le point de lumière, par une piqûre K dans l'écran AB. Si l'on appelle f la distance CK ou longueur focale de ce collimateur mobile, L le rayon IC du cercle décrit par le centre de la lentille autour du point de suspension, u l'écart angulaire actuel du pendule par rapport à la verticale, e le diamètre de la piqûre K, et F la longueur focale de la lunette dans laquelle le réticule est placé, on voit d'abord que le diamètre angulaire D de l'étoile artificielle sera

$$D = \frac{e}{f}. \tag{48}$$

Ensuite, si l'on a mis l'étoile artificielle au centre du champ de la lunette, lorsque le pendule était vertical et immobile, le déplacement angulaire i du point lumineux, pour un écart u du pendule, sera sensiblement

$$i = u\frac{L}{f}, \tag{49}$$

et le déplacement linéaire z au foyer de la lunette par laquelle on observe

$$z = iF = uL\frac{F}{f}. \tag{50}$$

Les équations (48), (49) et (50) serviront à régler les dimensions générales de l'appareil, y compris le demi-angle d'oscillation CIP, que nous nommerons U.

Si l'on demandait de mesurer les angles i dans un plan horizontal, on aurait

$$f.\operatorname{tang} i = L \sin u,$$

d'où l'on tire

$$\sin u = \frac{f}{L} \operatorname{tang} i. \tag{51}$$

Quand la médiane sensiblement verticale AE du micromètre (fig. 13) est mise à très-peu près en coïncidence, dans la lunette, avec la verticale du pendule, la valeur de tang i relative à un point quelconque H, est la distance HI, exprimée en fonction de la longueur focale F.

Il sera toujours facile de faire passer l'étoile artificielle très-près du point I (fig. 13), situé à moitié de la demi-hauteur EA. L'observateur notera, sur le registre de l'horloge électro-magnétique, les instants où cette étoile passe par les points G, H, H', G'; et ceux où elle repasse, en sens inverse, par G', H', H et G. Il est clair que si le centre O du micromètre circulaire tombait exactement sur la verticale du pendule, les durées p' et p'' pendant lesquelles l'étoile artificielle est invisible, à gauche en FG et à droite en F'G', seraient rigoureusement égales entre elles. Même l'équation organique (n° 12) est éliminée. Mais si ces durées ne sont pas précisément égales, leur différence rendra manifeste l'erreur du pointé.

Soient u comme précédemment l'écart actuel du pendule sur la verticale, U la demi-amplitude de l'oscillation, τ la durée d'une oscillation, π le rapport connu de la circonférence au diamètre, on sait que

$$\frac{du}{dt} = \frac{2\pi}{\tau}\left(\cos\frac{1}{2}u - \cos\frac{1}{2}\mathrm{U}\right),$$

et si l'on emploie le symbole δ des différences finies, et que l'on transforme le facteur entre parenthèses,

$$\delta u = \frac{4\pi}{\tau}\sin\frac{1}{4}(\mathrm{U}+u)\sin\frac{1}{4}(\mathrm{U}-u).\delta t. \tag{52}$$

Mais en vertu de l'équation (49)

$$\delta i = \frac{\mathrm{L}}{f}\delta u;$$

ainsi

$$\delta i = \frac{4\pi}{\tau}\cdot\frac{\mathrm{L}}{f}\cdot\sin\frac{1}{4}(\mathrm{U}+u)\sin\frac{1}{4}(\mathrm{U}-u).\delta t. \tag{53}$$

Comme i est toujours fort petit, on peut d'ailleurs calculer u en mettant l'expression (51) sous la forme

$$\sin u = \text{arc}\, i\,\frac{f}{\mathrm{L}},$$

et l'arc i n'est autre que la distance du point d'observation G à la verticale AE (fig. 13), rapportée à la distance focale F prise pour unité.

Or, dans le cas que nous considérons, cette distance est R sin k_0, où k_0

est arc $\left(\cos = \frac{1}{2}\right)$; donc $\sin k_0 = \frac{\sqrt{3}}{2}$. Et, par suite, en exprimant R ou le rayon du cercle micrométrique en secondes de temps, et en appelant toujours S le nombre de ces secondes renfermées dans les 24 heures, on obtient à l'entrée ou à la sortie du cercle,

$$\sin u_1 = \frac{2\pi}{S} \cdot R \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{f}{L}; \tag{54}$$

et semblablement, à l'entrée et à la sortie du triangle dont la hauteur est sensiblement égale à R,

$$\sin u_2 = \frac{2\pi}{S} \cdot R \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{f}{L}. \tag{55}$$

Telles sont les valeurs fixes de u_1 et u_2 qui se rapportent aux points du champ dans lesquels les observations sont faites. La demi-amplitude U du pendule et la durée τ d'une oscillation sont des valeurs connues. Enfin δt est $\frac{1}{4}(p''-p')$.

L'équation (53) pourra donc aisément être mise en nombres; et si l'on appelle c la petite collimation cherchée du centre du micromètre circulaire, il est visible que c exprimé en secondes de temps (sous l'équateur) a pour valeur.

$$c = (p'' - p') \frac{SL}{2\tau f} \sin \frac{1}{4}(U + u_1) \sin \frac{1}{4}(U - u_1). \tag{56}$$

Si nous nommons de même q' et q'' les durées durant lesquelles l'étoile artificielle est au delà de H, vers F (fig. 13), et au delà de H', vers F', nous avons manifestement pour la collimation a de la médiane AE, relativement à la verticale du pendule,

$$a = (q'' - q') \frac{SL}{2\tau f} \sin \frac{1}{4}(U + u_2) \sin \frac{1}{4}(U - u_2). \tag{57}$$

Et l'écart m des points E et O, dans le sens horizontal, ou défaut de centrage dans ce sens, est

$$m = a - c. \tag{58}$$

Tout ce qui vient d'être dit d'un pendule s'appliquerait mot pour mot à un métronome, instrument qui permet de diminuer les vitesses sans exagérer les

longueurs. Des observations semblables peuvent se faire en employant le triangle inférieur BCD (fig. 13), et doivent conduire aux mêmes valeurs.

Maintenant que nous avons obtenu l'abscisse m, ou distance horizontale entre O et E, il suffira d'appliquer la correction m à toutes les ascensions droites fournies par les passages sous le triangle, pour les reporter aux ascensions droites obtenues par le cercle. Mais il reste à trouver l'ordonnée n dans le sens vertical.

A cet effet, nous ferons faire un quart de révolution au micromètre, élevant le sommet B à la place du sommet A; et nous procéderons à une autre série d'observations toute semblable. Mais il faut remarquer que la petite coordonnée PE$' = m'$ (fig. 15) que nous obtiendrons de cette manière ne se rapporte pas à l'ancien point E; elle est relative au point milieu E$'$ de la diagonale AC. Or, comme on l'a vu (n° 13), la petite distance KE$'$ est $\frac{1}{2} v$ R, ou en nommant α et γ les excès respectifs des angles DAB et BCD sur l'angle droit,

$$\frac{1}{2} v R = \frac{1}{2} R (\alpha - \gamma). \qquad (59)$$

L'ordonnée cherchée OQ = PK, ou bien PE$'$ — KE$'$, est donc

$$n = m' - \frac{1}{2} R (\alpha - \gamma). \qquad (60)$$

En élevant à leur tour les deux autres angles C et D, on trouverait les coordonnées m_1 et n_1 de E$'$.

Si l'on eût observé une étoile naturelle, le milieu des temps d'entrée et de sortie étant H par le cercle, et H$'$ par le triangle, il eût suffi d'écrire

$$m = H' - H; \qquad (61)$$

et en appelant H$''$ et H$'''$ les mêmes milieux respectivement lorsqu'on a tourné le micromètre de 90° dans son plan,

$$n = H''' - H'' - \frac{1}{2} R (\alpha - \gamma). \qquad (62)$$

15. Toutes les dimensions du quadrilatère ont été comparées entre elles, et cette pièce a été centrée. Pour achever l'étude du micromètre en lui-

même, il ne reste qu'à comparer les grandes dimensions du quadrilatère à la grande dimension ou diamètre du cercle. Soit prise l'une des diagonales DB (fig. 16) pour module, il faut assigner l'excès de DB sur le diamètre IK du cercle. De l'excès r de DB sur IK résulteraient les excès individuels de toutes les dimensions du quadrilatère sur le rayon R, ces diverses dimensions étant déjà comparées entre elles.

Dans la figure 16, ID représente le petit excès cherché r. La corde EF, qui est très-voisine du diamètre DB, diffère seulement de celui-ci par une quantité du second ordre, qu'il est permis de négliger. Les petites longueurs MN et PQ, prises sur la corde MQ fort voisine de EF, seront donc sensiblement indépendantes de r, pourvu que l'on compte les déclinaisons de la droite EF au lieu du diamètre DB.

On voit immédiatement que la somme MN + PQ est la différence $\theta - \eta$ des durées de passage, et qu'elle est indépendante à la fois de l'équation organique, et de la petite inclinaison de la diagonale DB sur le parallèle. Elle sera même sensiblement indépendante de la correction actuelle δR du rayon du micromètre, si l'on choisit des étoiles qui passent à peu près dans le centre du champ. L'ordonnée n du centre du cercle par rapport à DB peut aussi être négligée, lorsqu'on rapporte tout, comme nous le faisons, à la corde EF menée par les points d'intersection. Les erreurs des angles du quadrilatère n'ont pas non plus d'influence appréciable, puisqu'on observe près de l'un des sommets.

Il s'agit d'évaluer $\mathrm{MN} = \frac{1}{2}(\theta - \eta)$ en fonction du rayon du cercle. A cet effet, appelons a l'angle EO'M, et R le rayon EO'; l'inspection de la figure nous apprend que

$$\frac{\mathrm{MN}}{\mathrm{R}} = \cos a - (1 - \sin a);$$

or, comme $\sin a = \frac{x}{\mathrm{R}}$, il vient en développant

$$\frac{\mathrm{MN}}{\mathrm{R}} = \frac{x}{\mathrm{R}} - \frac{1}{2}\frac{x^2}{\mathrm{R}^2} - \frac{1}{8}\frac{x^4}{\mathrm{R}^4} \ldots, \qquad (63)$$

et par suite

$$\frac{1}{2}(\theta - \eta) = x - \frac{1}{2}\frac{x^2}{\mathrm{R}} - \frac{1}{8}\frac{x^4}{\mathrm{R}^3} \ldots. \qquad (64)$$

On en tire enfin, en passant à la série inverse,

$$x = \frac{1}{2}(\theta - \eta) + \frac{1}{8}\frac{(\theta - \eta)^2}{R} + \frac{1}{16}\frac{(\theta - \eta)^3}{R^2} + \frac{5}{64}\frac{(\theta - \eta)^4}{R^3} \dots,$$

ou bien, en posant $\frac{1}{2}(\theta - \eta) = \sigma$,

$$x = \sigma + \frac{\sigma^2}{2R} + \frac{\sigma^3}{2R^2} + \frac{3\sigma^4}{4R^3} \dots \qquad (65)$$

Avec $R = 40^s$, on peut négliger le deuxième terme pour toute valeur de σ inférieure à $\frac{1^s}{4}$, le troisième pour $\sigma < 1\frac{3^s}{4}$, et le quatrième pour $\sigma < 9^s$.

Si l'on observe, très-près du même parallèle, une autre étoile pour laquelle σ devient σ', la différence Δ des déclinaisons sera, en se bornant aux deux premiers termes,

$$\Delta = \sigma - \sigma' + \frac{\sigma^2 - \sigma'^2}{2R}. \qquad (66)$$

Soient maintenant s et s' ce que deviennent respectivement σ et σ', lorsqu'on place le diamètre DB (fig. 16) entre les deux étoiles. L'un des astres est alors observé au-dessus de EF, et l'autre au-dessous de GH. Il faut évidemment substituer à la différence $\sigma - \sigma'$ la somme $s + s'$; et la différence de déclinaison conclue devra être corrigée, en outre, de la petite quantité EG ou $2r$. On aura donc

$$\Delta = s + s' + \frac{s^2 + s'^2}{2R} + 2r. \qquad (67)$$

Il ne reste plus qu'à éliminer Δ entre les équations (66) et (67), et l'on obtient finalement

$$2r = (\sigma - \sigma') - (s + s') + \frac{(\sigma^2 - \sigma'^2) - (s^2 + s'^2)}{2R}. \qquad (68)$$

Les étoiles doubles dont les composantes diffèrent de 15″ ou 20″ en déclinaison se prêteraient à ces observations. Mais il serait facile d'employer à la même étude une étoile double artificielle, en pratiquant deux piqûres, à des niveaux un peu différents, dans l'écran AB (fig. 14). La valeur particulière u_3 de u, qu'il conviendrait d'introduire ici dans la formule (52), dépend de la relation.

$$\sin u_3 = \frac{2\pi}{S} R \frac{f}{L}.$$

Si T est alors la durée observée du passage par le cercle, et V celle du passage sous le triangle, on a pour la grandeur angulaire de la petite quantité σ, au foyer de la lunette,

$$\sigma = (T - V)\frac{SL}{\tau f}\sin\frac{1}{4}(U + u_3)\sin\frac{1}{4}(U - u_3). \qquad (69)$$

Il est aisé de voir que l'erreur du pointé sur la verticale du pendule s'élimine, aux termes près du second ordre, lorsqu'on prend la différence T — V.

Les valeurs σ et σ' obtenues toutes deux au-dessus de DB (fig. 16), combinées avec celles s et s' obtenues de côtés alternatifs, donneront alors $2r$ par la formule (68), comme dans le cas des étoiles naturelles.

16. Le micromètre est plan, et, par conséquent, un même élément linéaire ne représente pas, pour toutes les parties de l'image focale, une même grandeur angulaire. Il convient d'examiner si l'erreur introduite par cette cause est insensible.

Admettons que la plaque micrométrique soit à très-peu près perpendiculaire à la normale élevée au sommet de l'objectif. Les points de la circonférence du cercle ABCD (fig. 17) appartiendront à la base d'un cône droit, dont le sommet serait au centre de l'objectif. Les observations sont faites exclusivement entre ce cercle ABCD, circonscrit au carré, et le cercle inscrit MNPQ. Le rayon de celui-ci est $OI = \frac{OA}{\sqrt{2}}$.

Faisons

$$R = \text{arc}\left(\text{tang} = \frac{OA}{F}\right),$$

et

$$\rho = \text{arc}\left(\text{tang} = \frac{OI}{F}\right),$$

où F est la longueur focale. On obtient, en développant ces tangentes,

$$R = \frac{OA}{F} - \frac{1}{3}\left(\frac{OA}{F}\right)^3 \ldots;$$

$$\rho = \frac{OI}{F} - \frac{1}{3}\left(\frac{OI}{F}\right)^3 \ldots;$$

et en vertu de $OI = \frac{OA}{\sqrt{2}}$,

$$\rho = \frac{OA}{F\sqrt{2}} - \frac{1}{3}\left(\frac{OA}{F\sqrt{2}}\right)^3 \ldots$$

Donc

$$\frac{\rho}{R} = \frac{1}{\sqrt{2}} + \frac{\left(\frac{OA}{F}\right)^2}{3\sqrt{8}} \cdots$$

Dans le dernier terme nous pourrons remplacer $\frac{OA}{F}$ par R, et nous verrons ainsi que l'erreur commise en se bornant au premier terme, c'est-à-dire en adoptant le rapport $\frac{1}{\sqrt{2}}$ qui est celui des grandeurs linéaires, s'élève à $\frac{\text{arc}^2 R}{3\sqrt{8}}$, ou avec R = 10′, à 0,000 001 du rayon du cercle micrométrique. Si ce rayon est de 40^s, ce petit terme ferait seulement 0^s,000 04.

Cette correction sera donc toujours insensible, et l'on peut se contenter d'appliquer aux différentes parties de l'image les proportions des parties correspondantes de la plaque micrométrique.

17. Si le plan de cette plaque rencontre la normale élevée par le sommet de l'objectif, sous un angle qui diffère d'un droit d'une quantité α, il est facile de voir que les dimensions de certaines parties de l'image pourront varier, au maximum, de

$$\delta R = R(1 - \cos\alpha),$$

ou sensiblement

$$\delta R = \frac{1}{2} R\alpha^2.$$

En supposant $\alpha = \frac{1}{2}^\circ$ et R = 40^s, il vient δR = 0^s,001 6. Or, un arc de $\frac{1}{2}^\circ$, dans un cercle de 0^m,05 de rayon, que l'on peut regarder comme le rayon extérieur de la plaque focale, a 0,44 de millimètre en dimension absolue. Pour que l'angle α atteigne $\frac{1}{2}^\circ$, il faut donc qu'une des extrémités A (fig. 18) d'un diamètre AB de cette plaque soit plus enfoncée dans le tube que l'autre extrémité B, de 0,88 de millimètre. Il nous semble qu'on peut répondre d'un ajustement meilleur, et, par conséquent, faire disparaître mécaniquement cette source d'erreurs.

18. Nous avons essayé de montrer, dans ce qui précède, comment un micromètre rhomboïdal, associé dans le même champ à un micromètre circulaire, peut se prêter à des mesures d'une grande délicatesse. Nous nous sommes arrêtés au cas particulier du carré inscrit dans un cercle. Mais comme il n'est pas possible de satisfaire en toute rigueur aux conditions

géométriques, ce micromètre exige, comme tous les autres, une étude préalable de ses défauts de construction, et des sources d'erreur que son emploi présente. Nous placerons ici un résumé des déterminations à opérer.

On étudiera avant tout l'équation organique (nº 12), afin de rendre comparables entre elles les observations d'entrée et de sortie. Sa valeur résultera rapidement de passages d'étoiles à travers un micromètre en gril.

Formule (34) *pour l'équation organique :*

$$\varepsilon = \frac{\Sigma e - \Sigma i}{2n}.$$

On évaluera ensuite, par les moyens ordinaires, le rayon R du cercle micrométrique, qu'il faut considérer d'ailleurs comme une valeur seulement approchée. Mais cette valeur sera suffisante pour déterminer les petites différences qui existent entre R et les demi-diagonales du quadrilatère. Prenant d'abord une de ces diagonales en particulier, on obtiendra son excès $2r$ sur le diamètre du cercle, à l'aide d'observations d'une étoile double (naturelle ou artificielle) près de ce diamètre (nº 15). On notera des passages dans deux positions différentes : une fois en mettant la diagonale du quadrilatère entre les deux éléments de l'étoile, et l'autre fois en la faisant tomber d'un même côté de ces deux éléments. Les fort petits intervalles de visibilité, dans l'espace entre le cercle et le quadrilatère, sont les données de ce calcul.

Formule (68) *pour l'excès d'une diagonale du quadrilatère sur le diamètre du cercle :*

$$2r = (\sigma - \sigma') - (s + s') + \frac{(\sigma^2 - \sigma'^2) - (s^2 + s'^2)}{2R}.$$

On mesurerait de même l'excès $2r'$ de l'autre diagonale, en faisant tourner l'appareil de 90° dans son plan. Or, la différence ρ de ces deux excès se déduit des écarts $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ des angles du quadrilatère par rapport à un droit; on la trouve exprimée de cette manière dans le nº 13.

Formule (41) *pour l'excès de l'une des diagonales du quadrilatère sur l'autre :*

$$\rho = R\frac{(\alpha + \gamma) - (\beta + \delta)}{2}.$$

On tire de là une vérification.

Dans toute observation sous l'un des triangles, il faut réduire la durée de passage au cas où la base serait rigoureusement double de la hauteur. Cette correction s'effectue simplement en multipliant la durée η par un facteur g qui dépend de l'erreur de l'angle au sommet du triangle (nº 13).

Formule (43) pour ramener les passages au cas d'un triangle isocèle et rectangle :

$$g = 1 - \alpha.$$

La hauteur h, égale à la moitié de la base de ce triangle, renfermera le petit excès connu r de la demi-diagonale employée pour base, sur le rayon du cercle (nº 13).

Formule (44) pour déterminer le module h *du triangle sous lequel on a observé :*

$$h = R - \alpha R + r.$$

Enfin les médianes des deux triangles (supérieur et inférieur), sous lesquels on observe les étoiles qui passent dans le haut et dans le bas du champ, ne sont pas exactement dans le prolongement l'une de l'autre. On a donné (nº 13) les moyens de déterminer leur inclinaison mutuelle.

Formule (46) pour l'inclinaison mutuelle des médianes :

$$\upsilon = \beta - \delta.$$

L'étude du quadrilatère étant achevée, il s'agit de mesurer ses défauts de centrage (nº 14). A cet effet, il faut prendre des étoiles qui passent sensiblement à moitié de la hauteur de l'un ou l'autre des triangles. Dans ces situations, les erreurs d'orientation sont nulles en ascension droite.

Formule (61) pour l'abscisse du pied de la médiane du triangle :

$$m = H' - H.$$

Formule (62) pour l'ordonnée du même point :

$$n = H''' - H'' - \frac{1}{2} R(\alpha - \gamma).$$

Ces différentes déterminations exécutées, le micromètre peut être mis définitivement en usage, et employé à la mesure des positions relatives des étoiles.

Les immersions seront corrigées de $+\varepsilon$;

Les observations par les triangles de $+m$.

Au moyen des nombres ainsi préparés, on formera les valeurs individuelles des coefficients A et B (n° 10).

Formule (14) pour la formation des coefficients des équations de condition :

$$A = H' - H,$$
$$B = R - \eta.$$

Équation de condition (19), triangle supérieur :

$$B^2 y_0 + A\partial R - AB = 0;$$

Équation de condition (47), triangle inférieur :

$$B^2 y_0 + A\partial R - AB + B^2 \upsilon = 0.$$

Lorsque ces équations de condition, qui comprennent toutes les observations d'une même zone, seront combinées entre elles par la méthode des moindres carrés, on en tirera y_0 ou erreur d'orientation, et ∂R ou correction actuelle de la valeur admise pour R.

On calcule ensuite les déclinaisons (n° 11), par rapport au centre du micromètre circulaire. Il faut appliquer ici l'erreur de centrage du quadrilatère, dans le sens du cercle horaire, et multiplier η par le rapport g. Je distingue entre les deux triangles (supérieur et inférieur), et j'applique des accents aux valeurs de h et de η qui se rapportent à ce dernier.

Déclinaison (21) par un passage sous le triangle, dont la hauteur est h *ou* h' *quand le rayon du cercle est* R :

$$\text{triangle supérieur}\ldots\ x_1 = h - \frac{1}{2}\eta + \frac{1}{2}\eta\alpha + \partial R + n + \left(\eta - \frac{1}{2}R\right)y_0^2,$$

$$\text{triangle inférieur}\ldots\ x_1 = h' - \frac{1}{2}\eta' + \frac{1}{2}\eta'\gamma + \partial R - n + \left(\eta' - \frac{1}{2}R\right)(y_0 + \upsilon)^2.$$

Déclinaison (22) *par un passage à travers le cercle :*

$$\sin k = \frac{\theta}{2(R + \delta R)},$$
$$x_2 = (R + \delta R)\cos k.$$

Combinaison (26) *des deux mesures de la déclinaison, pour former le résultat définitif :*

$$x_0 = x_1 \sin^2 k + x_2 \cos^2 k.$$

Viennent enfin les ascensions droites. Je suppose toujours les observations sous le triangle corrigées du défaut m de centrage dans le sens du parallèle.

Passage (27) *dans le cercle horaire, par les observations sous le triangle :*

$$\text{supérieur.... } H_1 = H' - (R - \eta)\,y_0,$$
$$\text{inférieur .... } H_1 = H''' - (R - \eta')\,(y_0 + \upsilon).$$

Passage (28) *dans le cercle horaire, par les observations dans le cercle :*

$$H_2 = H.$$

Combinaison (32) *des deux déterminations du passage, pour former le résultat définitif :*

$$H_0 = \frac{H_1 + H_2}{2}.$$

Nous avons supposé, dans tout ce qui précède, que les durées sont réduites en parties de l'équateur, et, par conséquent, comparables entre elles sous tous les parallèles. Dans cette hypothèse, on pourra préparer quatre petites tables, dans lesquelles on prendrait à vue les termes de correction qui sont variables, savoir :

$$B^2\upsilon, \quad \frac{1}{2}\eta x, \quad \left(\eta - \frac{1}{2}R\right)y_0^2 \quad \text{et} \quad (R - \eta)\,y_0.$$

Ces quantités sont d'ailleurs d'une même forme p^n F (η). Les quatre tables peuvent donc se réduire à une seule, munie de quatre colonnes, dans laquelle le coefficient p et la variable η sont les arguments. Nommons $a, b, c, d,$ ces quatre corrections, nous aurons :

$$a = B^2 \upsilon = p(R - \eta)^2, \text{ en faisant } p = \upsilon;$$

$$b = \frac{1}{2}\eta\alpha = p.\frac{1}{2}\eta, \text{ en faisant } p = \alpha;$$

$$\left.\begin{array}{l} c = \left(\eta - \frac{1}{2}R\right)y_0^2 \\ \quad \text{ou } \left(\eta - \frac{1}{2}R\right)(y_0 + \upsilon)^2 \end{array}\right\} = p^2\left(\eta - \frac{1}{2}R\right), \text{ en faisant } p = \left\{\begin{array}{l} y_0 \\ \text{ou } y_0 + \upsilon; \end{array}\right.$$

$$\left.\begin{array}{l} d = -(R - \eta)y_0 \\ \quad \text{ou } -(R - \eta)(y_0 + \upsilon) \end{array}\right\} = -p(R - \eta), \text{ en faisant } p = \left\{\begin{array}{l} y_0 \\ \text{ou } y_0 + \upsilon. \end{array}\right.$$

La correction a portera sur le terme connu de l'équation de condition. Les corrections b, c, d, seront des millièmes de secondes de temps (de l'équateur), et s'appliqueront directement, les deux premières aux déclinaisons déduites des passages sous le triangle, la dernière aux ascensions droites tirées de la même source.

CHAPITRE III.

LIAISON D'ÉTOILES VOISINES.

19. Nous avons considéré, dans ce qui précède, toutes les corrections instrumentales, tellement que les observations restent seulement affectées d'erreurs accidentelles. Nous avons ramené l'observation d'une étoile de l'équateur, au cas d'un micromètre d'une exécution géométrique rigoureuse, et d'une orientation exacte. Bien que les corrections envisagées soient très-petites, et souvent inférieures à l'erreur moyenne d'une différence d'ascension droite, il est cependant nécessaire de les appliquer aux observations, afin d'arriver à des moyennes très-précises, reposant sur vingt, trente, ou cinquante mesures, prises dans un court intervalle de temps. Si l'erreur moyenne d'une différence d'ascension droite, dépouillée de toutes les erreurs instrumentales, s'élève à $0^s,030$, celle d'une moyenne de 50 observations ne dépassera guère $0^s,004$.

Après avoir envisagé une étoile isolément, nous avons à considérer comment cette étoile peut être liée, par les observations, aux autres astres de la zone ou groupe. Ici interviennent des corrections célestes, dont il faut tenir compte avant de conclure les coordonnées relatives des différents points.

D'abord les étoiles ne sont pas dans l'équateur. Toute durée observée t serait, sous ce grand cercle,

$$t' = t \cos D, \tag{70}$$

en désignant par D la déclinaison actuelle de l'étoile. On en déduit

$$\frac{dt'}{dD} = -t . \sin D. \tag{71}$$

Et si nous demandons que l'erreur $\delta t'$ commise dans la réduction ne surpasse pas une valeur donnée, il faut poser

$$\delta D < \frac{\delta t'}{t} \cdot \frac{1}{\sin D} < \frac{\delta t'}{t'} \cot D. \tag{72}$$

S'il s'agit, par exemple, de former les coefficients A et B, formules (14), la précision requise est, comme on l'a vu, une unité du troisième rang significatif. Le rapport $\frac{\delta t'}{t'}$ est ici 0,001. Ainsi l'on doit avoir

$$\delta D < 0{,}001 \cot D.$$

De là nous concluons immédiatement, en réduisant δD en secondes, qu'une erreur de 5″ sur la déclinaison absolue commence seulement à devenir sensible sous le parallèle céleste de 88°37′; et une erreur de 2″, sous celui de 89°27′.

On peut répondre aujourd'hui de 2″ ou 3″ sur les déclinaisons absolues de la plupart des fondamentales. Par une ou plusieurs étoiles connues, contenues dans la zone, on déterminerait les déclinaisons absolues de toutes les autres, à l'aide des premières observations; et ces déterminations seraient suffisantes pour préparer les équations (19).

Le terme A, qui sert à rapporter au même cercle horaire les passages sous le triangle et ceux par le cercle, n'est donc pas affecté par la petite erreur qui subsiste sur D. Nous allons montrer que les déclinaisons conclues de la formule (26) sont, de leur côté, sensiblement indépendantes de la même erreur.

Soient η_0 et θ_0 les durées observées des passages, tellement que $\eta = \eta_0 \cos D$,

et $\theta = \theta_0 \cos D$. Bornons x_1, comme il est permis de le faire ici, à son terme principal

$$x_1 = R - \frac{1}{2}\eta_0 \cos D,$$

et rappelons en outre les relations

$$x_2 = R \cos k,$$

$$\sin k = \frac{\theta_0 \cos D}{2R}, \quad \cos k = \frac{x}{R};$$

on trouve aisément

$$\delta x_1 = \frac{1}{2}\eta_0 \sin D \, \delta D,$$

$$\delta x_2 = -R \sin k \, \delta k = \frac{\theta_0^2}{4x} \sin D \cos D \, \delta D.$$

Mais l'équation (26) nous montre que

$$\delta x_0 = \delta x_1 \sin^2 k + \delta x_2 \cos^2 k, \tag{73}$$

aux quantités près du second ordre. Substituant les valeurs précédentes de δx_1 et δx_2, et réduisant,

$$\delta x_0 = \frac{\theta_0^2}{8R_2} \sin 2D \left(\frac{1}{2}\eta_0 \cos D + x\right) \delta D;$$

ou enfin, en remplaçant $\frac{1}{2}\eta_0 \cos D$ par sa valeur $R - x$, et réduisant de nouveau,

$$\delta x_0 = \frac{\theta_0^2}{8R} \sin 2D \, . \, \delta D. \tag{74}$$

Telle est l'erreur que l'on est exposé à commettre sur la déclinaison finale x_0 dans le micromètre, pour une erreur δD de la déclinaison absolue.

La quantité θ_0 a pour valeur égale $\frac{\theta}{\cos D}$; par conséquent,

$$\delta x_0 = \frac{\theta^2}{4R} \operatorname{tang} D \, \delta D. \tag{75}$$

Or, la durée θ s'élève au plus à 2R. Ainsi δx_0 est au maximum

$$\delta x_0 = R \operatorname{tang} D \, \delta D. \tag{76}$$

Admettons comme auparavant $R = 40^s$, et demandons que δx_0 ne surpasse pas $\mu = 0^s,001$, il vient

$$\delta D = \frac{0,001}{40} \cot D. \qquad (77)$$

On voit par là que les déclinaisons rapportées au centre du micromètre seraient sûres à $0^s,001$, dans les conditions citées, pourvu que l'on connaisse D à 5'' près jusqu'à 45°52' de déclinaison; à 2'' près jusqu'à 68°48'; à 1'' près jusqu'à 79°2'. L'erreur $\delta D = 1''$ donnerait, sous le parallèle de la polaire, $\delta x_0 = 0^s,027$ au maximum. Mais dans le voisinage du pôle il serait préférable d'employer un micromètre d'un très-petit rayon, et l'erreur se réduirait dans la proportion de ce rayon.

Il est manifeste que ce qu'on vient de dire de la variation de déclinaison δx_0 d'une étoile convient à la variation des déclinaisons relatives des diverses étoiles de la zone, δx_0 pouvant varier, dans l'étendue de cette zone, entre 0 et le maximum (76).

Au lieu de réduire les observations de chaque étoile en employant la déclinaison particulière de l'astre, il serait plus commode, du reste, d'employer une seule déclinaison D, admise pour le centre du réticule, et que l'on connaît, dans la plupart des cas, avec une exactitude suffisante. On corrigerait alors les x_0 et les H_0 pour la convergence des cercles horaires. Ainsi en remplaçant δD par x dans la formule (75), il viendrait

$$\delta x_0 = \frac{\theta^2 x}{4R} . \tang D. \qquad (78)$$

La quantité $\theta^2 x$ atteint un maximum pour $\theta = R\sqrt{\frac{8}{3}}$ et $x = \frac{R}{\sqrt{3}}$. La correction (78) s'élèverait donc, au plus, dans notre micromètre d'exemple, à $\delta x_0 = 0^s,048\,8 \tang D$.

Le terme de correction du second ordre serait, en différentiant (74) une seconde fois, et en faisant toujours $\delta D = x$,

$$\delta^2 x_0 = \frac{\theta^2 x^2}{8R} \cdot \frac{1}{\cos^2 D} . \qquad (79)$$

Il atteindrait un maximum pour $\theta^2 = 2R^2$ et $x^2 = \frac{1}{2} R^2$. Il se réduit alors

à $\delta^2 x_0 = \frac{R^3}{8} \cdot \frac{1}{\cos^2 D}$; ou, avec la valeur de R adoptée, $\delta^2 x_0 = 0^s{,}000\,042 \frac{1}{\cos^2 D}$. Ce terme s'élève à $0^s{,}001$ sous le parallèle de 78°8'.

Quant au petit intervalle H'—H des passages déduits séparément du triangle et du cercle, on peut se contenter de le réduire, pour toutes les étoiles d'une même zone, à l'aide de la déclinaison D du centre du micromètre.

Si les ordonnées, bornées à la largeur du champ, ne sont pas affectées sensiblement par la petite erreur des déclinaisons absolues, il n'en est pas de même des abscisses. Il suffit de jeter les yeux sur la formule (71), pour s'assurer que dans une durée t de 20 minutes, par exemple, δD peut produire une variation appréciable, sur la demi-longueur de la zone, exprimée en parties du grand cercle de la sphère. Toutefois cette erreur se portera simultanément, à peu près sans changer de valeur, sur les différents parallèles de la zone. La demi-largeur de celle-ci étant R, il est visible qu'on a au maximum

$$\delta^2 t' = t \cos D . R . \delta D. \tag{80}$$

Et si l'on suppose $t = 20^m = 5^o$, $R = 40^s$, on s'assure en peu d'instants que cette correction demeure inférieure à $0^s{,}001$ pour toute valeur de δD plus petite que 59''. Les abscisses conservent donc leurs rapports entre elles, dans la limite des quantités sensibles, pourvu que l'on connaisse les déclinaisons absolues à une minute près environ. Toutes ces abscisses se contractent ou se dilatent en même temps. Si l'on emploie constamment la même valeur de D dans les réductions, les différentes séries seront comparables entre elles; et les petits mouvements constatés, qui sont d'ailleurs des fractions de secondes, demeureront exacts jusqu'au dernier ordre conservé.

20. On ne peut pas regarder comme rectilignes toutes les trajectoires des étoiles. L'erreur commise, dans un arc p du cercle diurne, est égale au sinus-verse du demi-arc, projeté sur un plan perpendiculaire au rayon visuel; la correction δx de la déclinaison a donc pour expression

$$\delta x = -\left(\frac{1}{8} p^2 - \frac{1}{384} p^4 \ldots\right) \cos D \sin D. \tag{81}$$

Avec nos données, le terme en p^4 ne ferait encore que $0^s{,}001$ dans le parallèle de la polaire; il sera donc permis de le négliger.

Substituons successivement pour p les valeurs $\frac{\eta}{\cos D}$ et $\frac{\theta}{\cos D}$; nous obtenons

$$\left.\begin{aligned}\delta x_1 &= -\frac{1}{8}\eta^2 \operatorname{tang} D,\\ \delta x_2 &= -\frac{1}{8}\theta^2 \operatorname{tang} D;\end{aligned}\right\}\quad(82)$$

et, par suite, en mettant ces valeurs, ainsi que celles de $\sin^2 k$ et $\cos^2 k$, dans la formule (73), et réduisant,

$$\delta x_0 = -\frac{1}{8}\cdot\frac{\theta^2}{R^2}\left(\frac{1}{4}\eta^2 + x^2\right)\operatorname{tang} D. \quad (83)$$

On suppose ici que les petites quantités δx_0, R, θ, η et x soient exprimées en parties du rayon de l'équateur, pris pour unité. Si l'on demande de les convertir en secondes de temps, il faut écrire

$$\delta x_0 = -\frac{1}{8}\operatorname{arc} 1^s \frac{\theta^2}{R^2}\left(\frac{1}{4}\eta^2 + x^2\right)\operatorname{tang} D. \quad (84)$$

Cette petite équation s'élève au maximum à $\frac{1}{32}$ R^2 arc 1^s tang D, ou dans notre micromètre d'exemple, à 0^s,0582 tang D.

On trouverait aisément le second terme

$$\delta^2 x_0 = +\frac{1}{384}\operatorname{arc}^3 1^s \frac{\theta^2}{R^2}\left(\frac{1}{4}\eta^4 + x^2\theta^2\right)\frac{\sin D}{\cos^3 D}, \quad (85)$$

qui peut s'élever au maximum, dans le micromètre dont le rayon est R = 40^s, à 0^s,000 000 041 $\frac{\sin D}{\cos^3 D}$, et qui commencerait seulement à influer d'une unité sur les millièmes de secondes pour D = 88°1′.

21. Les corrections que nous venons de considérer, et que l'on pourrait appeler *corrections sphériques*, seraient suffisantes, si les étoiles étaient invariablement fixées sur la sphère. Mais leurs trajectoires apparentes sont dérangées par différentes causes, et s'écartent un peu du petit cercle vrai. Parmi les effets qui varient assez rapidement, pour qu'il soit nécessaire d'examiner leur influence durant la traversée du micromètre, figurent ceux de l'aberration diurne et de la réfraction. Avant d'évaluer les corrections qui proviennent de ces chefs, nous traiterons le cas général d'un petit dérangement de la trajectoire.

Soient h_1, h_2, h_3, h_4, les quatre instants des observations d'une étoile dans notre micromètre; a la correction à faire à la position apparente de l'astre en ascension droite; et b la correction à apporter en déclinaison. Mettons, en outre, aux lettres a et b les indices 1, 2, 3, 4, pour désigner les valeurs particulières que prennent les corrections, aux instants h_1, h_2, h_3, h_4.

Représentons par PN (fig. 19) la trajectoire apparente de l'étoile, et par EI′ sa trajectoire corrigée ou vraie. Les observations h_2, h_3, ont été faites en M et N, au lieu de I et I′. PM et QN sont les corrections a_2 et a_3; PE et QE′ les corrections b_2 et b_3. L'étoile était en E quand on l'a observée en M; et en E′ quand on l'a observée en N.

Les angles D et B du triangle ABD étant de 45°, on voit immédiatement que EI = PM + PE, et E′I′ = QN — QE′. Soient donc h_2' et h_3' les temps corrigés, on a

$$\left.\begin{aligned} h'_2 &= h_2 + a_2 + b_2, \\ h'_3 &= h_3 + a_3 - b_3. \end{aligned}\right\} \quad (86)$$

De même, dans le cercle micrométrique (fig. 20), si l'étoile a été observée en M et N lorsqu'elle était en E et E′, on a EI = EC + CI = PM + CI. Pour calculer CI je remarque que, dans le triangle différentiel ICM, rectangle en C, l'angle CIM est égal à k, ou angle mesuré dans le cercle O par l'arc AI. Ainsi CI = CM cot k = EP cot k. On a d'ailleurs, en vertu des formules (23), $\cot k = \frac{2x}{\theta}$. Par conséquent,

$$\left.\begin{aligned} h'_1 &= h_1 + a_1 + b_1 \frac{2x}{\theta}, \\ h'_4 &= h_4 + a_4 - b_4 \frac{2x}{\theta}. \end{aligned}\right\} \quad (87)$$

Combinons maintenant les équations (86) et (87) par sommes et par différences, et employons le symbole δ pour marquer les petits accroissements des quantités.

$$h'_2 + h'_3 = h_2 + h_3 + 2a_2 + \delta a_2 - \delta b_2,$$

d'où

$$\delta H' = a_2 + \frac{1}{2}\delta a_2 - \frac{1}{2}\delta b_2,$$

ou enfin, en nous servant des lettres a et b sans indices pour les valeurs par-

ticulières des corrections à l'instant du passage par le cercle horaire central, et en appelant δa et δb (sans indices) les accroissements respectifs de a et b dans l'unité de temps :

$$\delta H' = a - \frac{\frac{1}{2}\eta . \delta b}{\cos D} \cdot \tag{88}$$

Semblablement par $h'_1 + h'_4$,

$$\delta H = a - \frac{\frac{1}{2}\theta . \delta b}{\cos D} \cdot \frac{2x}{\theta} \cdot \tag{89}$$

On tire de là

$$\delta(H' - H) = \frac{1}{2} \cdot \frac{\delta b}{\cos D}(2x - \eta) = \frac{1}{2} \cdot \frac{\delta b}{\cos D} \cdot B\,; \tag{90}$$

et

$$\delta\left(\frac{H' + H}{2}\right) = a - \frac{1}{4} \cdot \frac{\delta b}{\cos D}(2x + \eta) = a - \frac{1}{2} \cdot \frac{\delta b}{\cos D} \cdot R. \tag{91}$$

La première expression, $\delta(H'—H)$, est la correction qui porte sur le coefficient A des équations (19). Elle est de la forme de la correction (27) d'inclinaison, ce qui montre que la trajectoire vraie a été remplacée par une autre trajectoire, inclinée sur la première de $\frac{\delta b}{2 \cos D}$. Mais bien que le terme de correction soit de la forme (27), il ne serait pas légitime d'envelopper $\frac{\delta b}{2 \cos D}$ dans l'inclinaison y_0 que l'on détermine expérimentalement. En effet, ce procédé, qui dispenserait, il est vrai, de calculer séparément les petites équations (90), nous ferait rapporter toutes les étoiles de la zone, non plus au cercle horaire, mais à une normale à leurs trajectoires apparentes. Il est donc essentiel d'appliquer préalablement, à chaque valeur individuelle de A, la correction (90).

Quant aux coefficients B des équations de condition (19), il suffit que leurs rangs décimaux les plus influents soient exacts, et l'on peut se dispenser d'y appliquer aucune équation.

La formule (91) fournit la correction δH_0 du passage. Elle renferme d'abord le déplacement a en ascension droite tout entier; puis un terme plus petit, qui est constant pour toutes les étoiles de la zone, puisqu'il ne renferme que R. Il sera donc permis de négliger entièrement cette correction, dans les coordonnées relatives. La variation d'ascension droite, qui

revient à une variation de vitesse, n'a pas d'influence sur les ascensions droites relatives, ainsi qu'on pouvait le prévoir, aussi longtemps que la vitesse de transit demeure uniforme.

Reprenant maintenant les équations (86) et (87), nous trouvons encore

$$h'_3 - h'_2 = h_3 - h_2 + \delta a_2 - 2b_2 - \delta b_2,$$

d'où

$$\delta\eta_0 = \delta a_2 - 2b_2 - \delta b_2,$$

et, par conséquent,

$$\delta\eta_0 = -2b + \frac{\eta\delta a}{\cos D}. \qquad (92)$$

On a en même temps

$$\delta\theta_0 = -2b\frac{2x}{\theta} + \frac{\theta\delta a}{\cos D}. \qquad (93)$$

Dans les deux dernières formules, le premier terme du second membre n'est autre que l'effet de la correction de déclinaison sur les durées de transit. Il sera donc plus simple de porter directement sur l'ascension droite et la déclinaison obtenues, les corrections a et b relatives à l'instant du passage par le cercle horaire. Il suffit d'introduire, en ce moment, les termes qui dépendent des variations δa et δb de ces corrections, survenues pendant le transit même.

Cette convention admise, on peut se contenter d'écrire

$$\delta\eta = \eta\delta a,$$
$$\delta\theta = \theta\delta a;$$

d'où, en vertu de $\frac{dx_1}{d\eta} = -\frac{1}{2}$, et $\frac{dx_2}{d\theta} = -\frac{\theta}{4x}$,

$$\delta x_1 = -\frac{1}{2}\eta\delta a,$$
$$\delta x_2 = -\frac{\theta^2}{4x}\delta a.$$

Maintenant, en substituant dans (73) les valeurs précédentes de δx_1 et δx_2, et réduisant, il vient

$$\delta x_0 = -\frac{1}{4}\cdot\frac{\theta^2}{R}\cdot\delta a,$$

expression qui a un maximum pour $\delta x_0 = R\delta a$.

Les seules équations à joindre aux quantités tirées immédiatement de l'observation, lorsqu'on se borne à considérer les variations du premier ordre, dans les corrections de la trajectoire d'une étoile, sont donc

$$\delta A = \frac{1}{2} B \frac{\delta b}{\cos D}, \qquad (95)$$

et

$$\delta x = -\frac{1}{4} \frac{\theta^2}{R} \delta a. \qquad (96)$$

Mais il faut ensuite rapporter les différentes étoiles entre elles. Les corrections a et b qui ont lieu lorsque l'astre passe dans le cercle horaire du centre du champ ne sont pas rigoureusement les mêmes pour les diverses étoiles. Soit $a = \alpha F(D)$, où α représente une constante, et $F(D)$ une fonction de la déclinaison de l'astre; la variation de a, qui n'est autre que la correction d'ascension droite relative ou δH_0, aura pour expression

$$\delta H_0 = \alpha F'(D)\,\delta D,$$

en appelant $F'(D)$ la première dérivée différentielle de $F(D)$. Nommant semblablement $G(D)$ la fonction de laquelle dépend la correction b de la déclinaison, et $G'(D)$ sa dérivée différentielle du premier ordre, on a en même temps

$$\delta x_0 = \alpha G'(D)\,\delta D.$$

Si l'on calcule les corrections a et b pour le centre du micromètre, δD n'est autre que x, et l'on a, sur l'abscisse K et l'ordonnée x respectivement,

$$\delta K = \alpha F'(D)\,x, \qquad (97)$$

$$\delta x = \alpha G'(D)\,x. \qquad (98)$$

La dernière équation (98) est indépendante de celle (94), qui provient des changements survenus dans la position d'une même étoile pendant qu'elle traverse le champ.

Appliquons d'abord à l'aberration diurne les formules qui précèdent. Désignant par $\beta = 0^s,020\ 9$ la constante de cette aberration, par φ la latitude

géographique de la station, par p l'angle horaire (négatif avant le passage par le méridien supérieur), on sait que

$$a = -\beta \cos\varphi \cos p, \tag{99}$$
$$b = -\beta \cos\varphi \sin p \sin D, \tag{100}$$

en arc de grand cercle. On en déduit d'abord

$$\frac{da}{dp} = \beta \cos\varphi \sin p,$$
$$\frac{db}{dp} = -\beta \cos\varphi \cos p \sin D;$$

et, par conséquent, pour les variations δa et δb qui correspondent à un accroissement de p de 1^s,

$$\delta a = \beta \text{ arc } 1^s \cos\varphi \sin p,$$
$$\delta b = -\beta \text{ arc } 1^s \cos\varphi \cos p \sin D.$$

On tire ensuite des équations (99) et (100)

$$\frac{da}{dD} = 0, \tag{101}$$
$$\frac{db}{dD} = -\beta \cos\varphi \sin p \cos D. \tag{102}$$

Appliquant maintenant les formules (95), (97), (96) et (98), et faisant la somme des valeurs partielles fournies respectivement par ces deux dernières, on obtient

$$\delta A = -\frac{1}{2} B\beta \text{ arc } 1^s \cos\varphi \cos p \text{ tang } D, \tag{103}$$
$$\delta K = 0, \tag{104}$$
$$\delta x = -\beta \text{ arc } 1^s \cos\varphi \sin p \left(\frac{\theta^2}{4R} - x \cos D\right). \tag{105}$$

La dernière expression fournit un maximum pour $\cos D = 1$ et $x = -\frac{1}{2}R$, d'où $\theta^2 = 3R^2$. On a alors, en faisant $\sin p = 1$,

$$\delta x = \beta \text{ arc } 1^s \cos\varphi \,.\, \frac{5}{4} R,$$

dont je néglige le signe. Or, sous la latitude géographique de 50° que je prendrai pour exemple, $\beta \cos \varphi = 0^s,013\,4$. Le maximum cherché est donc, sous cette latitude, $\delta x = 0^s,000\,049$, qu'on peut évidemment négliger.

Quant à δA, il fournit un maximum pour B = R; et dans ce cas, il atteint seulement $0^s,001$, dans les mêmes circonstances que précédemment, pour les étoiles qui sont à moins de 42′ du pôle.

Nous conclurons de cet examen qu'on peut se dispenser d'introduire la considération de l'aberration diurne, dans les comparaisons micrométriques dont nous parlons.

22. Il n'en est pas de même de la réfraction. Le déplacement r des astres, qui provient de cette cause, a pour valeur approchée

$$r = \mathrm{P}k \operatorname{tang} z'. \qquad (106)$$

où k représente une constante, z' la distance zénitale apparente, et P la densité actuelle de l'air, au niveau du micromètre, rapportée à cette même densité sous une pression barométrique q_0 et une température t_0 convenues. On sait d'ailleurs qu'à une température actuelle t, et sous une pression barométrique q (colonne de mercure réduite à la température t_0),

$$\mathrm{P} = \frac{q}{q_0} \cdot \frac{1}{1 + m(t - t_0)}, \qquad (107)$$

où m est le coefficient de dilatation de l'air.

Considérons le triangle Pôle-Zénit-Étoile (fig. 21), et nommons φ la latitude géographique du lieu, D la déclinaison de l'astre, p l'angle horaire, et z la distance zénitale. Ce triangle nous donne

$$\cos p = \frac{\cos z - \sin \varphi \sin \mathrm{D}}{\cos \varphi \cos \mathrm{D}}, \qquad (108)$$

d'où

$$\frac{dz}{dp} = \frac{\sin p \cos \varphi \cos \mathrm{D}}{\sin z}; \qquad (109)$$

$$\sin \mathrm{E} = \frac{\sin p \cos \varphi}{\sin z}, \qquad (110)$$

$$\cot \mathrm{E} = \frac{\operatorname{tang} \varphi \cos \mathrm{D} - \cos p \sin \mathrm{D}}{\sin p}, \qquad (111)$$

et par suite, en multipliant ces deux dernières valeurs entre elles,

$$\cos E = \frac{\sin \varphi \cos D - \cos p \cos \varphi \sin D}{\sin z}. \quad (112)$$

L'inspection de la figure nous apprend que les composantes a et b de r, suivant les abscisses et les ordonnées respectivement, ont pour valeur

$$a = -r \sin E = -r \frac{\sin p \cos \varphi}{\sin z},$$

$$b = -r \cos E = -r \frac{\sin \varphi \cos D - \cos p \cos \varphi \sin D}{\sin z};$$

ou encore, en mettant pour r sa valeur (106), et en supposant $z' = z$,

$$a = -Pk \frac{\sin p \cos \varphi}{\cos z}, \quad (113)$$

$$b = -Pk \frac{\sin \varphi \cos D - \cos p \cos \varphi \sin D}{\cos z}. \quad (114)$$

Je prends p et E négatifs avant la culmination de l'étoile.

Nous avons d'abord à préparer les coefficients différentiels $\frac{da}{dp}$ et $\frac{db}{dp}$, afin de les introduire dans les formules (96) et (95). En différentiant (113), et en recourant au rapport (109), on trouve

$$\frac{da}{dp} = -Pk\left(\frac{\cos p \cos \varphi}{\cos z} + \frac{\sin^2 p \cos^2 \varphi \cos D}{\cos^2 z}\right),$$

ou bien

$$\frac{da}{dp} = -Pk \frac{\cos \varphi}{\cos^2 z}(\cos p \cos \varphi + \sin^2 p \cos \varphi \cos D).$$

Et comme, d'après (108),

$$\cos z = \cos p \cos \varphi \cos D + \sin \varphi \sin D,$$

on voit, en multipliant les deux membres par $\cos p$, que

$$\cos p \cos z = \cos^2 p \cos \varphi \cos D + \cos p \sin \varphi \sin D;$$

et en introduisant cette valeur pour le premier terme entre parenthèses, et réduisant,

$$\frac{da}{dp} = -Pk \frac{\cos \varphi}{\cos^2 z}(\cos \varphi \cos D + \cos p \sin \varphi \sin D).$$

Par suite, la variation δa dans l'unité de temps, a pour expression

$$\delta a = -\,\mathrm{P}k \operatorname{arc} 1'' \frac{\cos\varphi}{\cos^2 z}(\cos\varphi\cos\mathrm{D} + \cos p\sin\varphi\sin\mathrm{D}). \qquad (115)$$

Semblablement, par (114),

$$\frac{db}{dp} = -\,\mathrm{P}k\left(\frac{\sin p\sin\varphi\cos\varphi\cos^2\mathrm{D} - \sin p\cos p\cos^2\varphi\sin\mathrm{D}\cos\mathrm{D}}{\cos^2 z} + \frac{\sin p\cos\varphi\sin\mathrm{D}}{\cos z}\right),$$

ou bien

$$\frac{db}{dp} = -\,\mathrm{P}k\,\frac{\sin p\cos\varphi\cos\mathrm{D}}{\cos^2 z}(\sin\varphi\cos\mathrm{D} - \cos p\cos\varphi\sin\mathrm{D} + \cos z\operatorname{tang}\mathrm{D}),$$

et comme $\cos z \operatorname{tang} \mathrm{D}$ a pour valeur, d'après (108),

$$\cos z\operatorname{tang}\mathrm{D} = \cos p\cos\varphi\sin\mathrm{D} + \sin\varphi\frac{\sin^2\mathrm{D}}{\cos\mathrm{D}},$$

on voit que le terme entre parenthèses se réduit à

$$\sin\varphi\left(\cos\mathrm{D} + \frac{\sin^2\mathrm{D}}{\cos\mathrm{D}}\right) = \frac{\sin\varphi}{\cos\mathrm{D}}.$$

Donc

$$\frac{db}{dp} = -\frac{1}{2}\mathrm{P}k\frac{\sin p\sin 2\varphi}{\cos^2 z};$$

et enfin

$$\delta b = -\frac{1}{2}\mathrm{P}k\operatorname{arc} 1''\frac{\sin p\sin 2\varphi}{\cos^2 z}. \qquad (116)$$

Nous préparons ensuite les coefficients différentiels $\frac{da}{d\mathrm{D}}$ et $\frac{db}{d\mathrm{D}}$. Commençant par la variation dans le sens du cercle horaire, la seconde composante $b = -r\cos\mathrm{E}$, nous donne, en remplaçant δb par sa valeur égale δx,

$$\delta x = -\cos\mathrm{E}\,\delta r + r\sin\mathrm{E}\,\delta\mathrm{E}.$$

Occupons-nous d'abord du premier terme $-\cos\mathrm{E}\,\delta r$.

On tire de (106), en remplaçant toujours z' par z,

$$\delta r = \mathrm{P}k\frac{1}{\cos^2 z}\delta z. \qquad (117)$$

Il faut convertir les δz en $\delta\mathrm{D}$, ou différence en déclinaison des étoiles observées.

L'équation (108), différentiée par rapport à z et à D, fournit

$$\frac{dz}{dD} = \frac{\cos p \cos \varphi \sin D - \sin \varphi \cos D}{\sin z};$$

d'où, en comparant à l'équation (112), on voit que

$$\frac{dz}{dD} = -\cos E. \tag{118}$$

Ainsi l'on a pour premier terme $Pk \frac{\cos^2 E}{\cos^2 z} \delta D$.

Maintenant, prenant la valeur (110) de sin E, on en conclut successivement

$$\sin^2 E = \frac{\sin^2 p \cos^2 \varphi}{\sin^2 z},$$

et

$$\cos^2 E = 1 - \frac{\sin^2 p \cos^2 \varphi}{\sin^2 z}.$$

Donc le premier terme cherché a définitivement pour valeur

$$Pk \left(\frac{1}{\cos^2 z} - \frac{\sin^2 p \cos^2 \varphi}{\sin^2 z \cos^2 z} \right) \delta D.$$

Calculons ensuite le second terme $r \sin E \, \delta E$. L'équation (110) nous montre que

$$\frac{dE}{dz} = -\frac{\sin p \cos \varphi \cos z}{\cos E \sin^2 z};$$

d'où l'on conclut, en vertu de la relation (118),

$$\frac{dE}{dD} = \frac{\sin p \cos \varphi \cos z}{\sin^2 z},$$

et, par conséquent,

$$\sin E \, \delta E = \frac{\sin^2 p \cos^2 \varphi \cos z}{\sin^3 z} \delta D.$$

Mettant pour r sa valeur, le terme cherché devient $Pk \frac{\sin^2 p \cos^2 \varphi}{\sin^2 z} \delta D$.

Réunissant les valeurs partielles, on trouve enfin, après réduction,

$$\delta x = Pk \frac{1 - \sin^2 p \cos^2 \varphi}{\cos^2 z} \delta D. \tag{119}$$

Nous calculerons semblablement la variation de $a = -r \sin E$, savoir (en mettant pour δa sa valeur égale δK) :

$$\delta K = -\sin E\, \delta r - r \cos E\, \delta E.$$

Le premier terme devient, en remplaçant δr par sa valeur (117), $-Pk \frac{\sin E}{\cos^2 z} \delta z$, ou encore, en vertu de (118), $Pk \frac{\sin E \cos E}{\cos^2 z} \delta D$.

Le second terme $-r \cos E\, \delta E$ est de son côté, en remplaçant δE par sa valeur en δD, $-Pk \sin E \cos E\, \delta D$.

Réunissant, on obtient

$$\delta K = Pk \sin E \cos E \left(\frac{1}{\cos^2 z} - 1\right) \delta D,$$

ou

$$\delta K = Pk \sin E \cos E \operatorname{tang}^2 z . \delta D. \qquad (120)$$

Mettons enfin pour sin E et cos E leurs valeurs (110) et (112), on voit que

$$\sin E \cos E = \frac{\sin p \cos^2 \varphi}{\sin^2 z} (\operatorname{tang} \varphi \cos D - \cos p \sin D);$$

et, par conséquent, en exprimant en secondes, et remplaçant δD par x,

$$\delta K = Pkx \operatorname{arc} 1'' \frac{\sin p \cos^2 \varphi}{\cos^2 z} (\operatorname{tang} \varphi \cos D - \cos p \sin D). \qquad (121)$$

Si l'on prend pour exemple la latitude géographique de 45°, cette correction s'élève au maximum, dans un micromètre de 40ˢ de rayon, à 0ˢ,050 (pour 70° de distance zénitale).

On a en même temps, en mettant la valeur (116) de δb dans la formule (95),

$$\delta A = -\frac{1}{4} PkB \operatorname{arc} 1'' \frac{\sin p \sin 2\varphi}{\cos D \cos^2 z}, \qquad (122)$$

qui a son maximum dans le premier vertical, et qui donnerait alors, pour la polaire, sous la latitude géographique de 45°, $\delta A = 0^s,238$, qui représente seulement 0ˢ,006 en grand cercle.

Réunissons enfin les deux corrections partielles qui affectent la déclinaison observée, il vient

$$\delta x = \frac{Pk \operatorname{arc} 1''}{\cos^2 z} \left[\frac{\theta^2 \cos \varphi}{4R} (\cos \varphi \cos D + \cos p \sin \varphi \sin D) + x(1 - \sin^2 p \cos^2 \varphi) \right]. \qquad (123)$$

Afin d'avoir une idée de l'influence de ces divers termes, supposons $\varphi=45^\circ$, $z=70^\circ$, et rendons les autres coefficients maxima. Les termes partiels prennent alors les valeurs particulières ci-dessous :

$$\text{celui dépendant de } \frac{\theta^2}{4R} \ldots\ 0^s{,}071,$$
$$\text{et celui dépendant de } x \ldots\ 0{,}100.$$

Mais lorsqu'un de ces termes est au maximum, l'autre est nul en même temps.

23. Nous avons fait partout, dans ce qui précède, $z'=z$; c'est-à-dire que nous avons supposé la réfraction calculée par la distance zénitale vraie, au lieu de la distance zénitale apparente. D'ordinaire on n'observe pas les distances zénitales, lorsqu'on emploie une simple lunette, montée parallactiquement. On calcule plus tard les hauteurs au moyen de l'heure, et l'on obtient alors les hauteurs sphériques ou vraies. Il faut s'assurer que l'hypothèse d'où nous sommes partis n'introduit pas d'erreur appréciable.

Nous avons supposé $r=Pk \tang z$, tandis qu'en réalité il eût fallu prendre $r=Pk \tang (z-r)$; ou en développant, et en négligeant les termes du second ordre,

$$r = Pk \tang z - rPk.$$

L'erreur commise s'élevait donc à rPk ou $P^2k^2 \tang z$.

Or la plus considérable des corrections que nous avons calculées dans le numéro précédent, atteignait $0^s{,}100$ ou 100 fois la limite μ des quantités négligées. Notre hypothèse sera donc suffisante si

$$P^2k^2 \tang z < \frac{Pk}{100},$$

ou

$$Pk \tang z < \frac{1}{100}.$$

Partant de la réfraction moyenne, c'est-à-dire faisant $P=1$, et prenant $k=1'$, on voit immédiatement que la condition posée est satisfaite jusqu'à $z=88^\circ 20'$, ou jusqu'à une très-petite distance de l'horizon.

On s'assurerait de même que l'influence du second terme de la réfraction peut être négligée dans les corrections micrométriques.

24. Nous présenterons ici le tableau sommaire des petites équations qu'il

est nécessaire d'appliquer aux quantités observées, pour rendre les diverses étoiles d'une zone parfaitement comparables entre elles.

Nous supposons d'abord que toutes les observations soient réduites à l'aide de la déclinaison D du centre du micromètre. Il faut, dans ce cas, appliquer une première correction, pour la convergence des cercles horaires. Prenons pour axe des ordonnées x_0 l'un quelconque des cercles horaires qui traversent la zone, celui qui passe par une étoile connue, par exemple, et comptons les ascensions droites H_0 à partir de ce cercle. L'abscisse K, ou distance au cercle horaire de départ, sera

$$K = H_0 \cos D;$$

qui fournit

$$\frac{dK}{dD} = - H_0 \sin D, \quad \frac{d^2K}{dD^2} = - H_0 \cos D, \text{ etc.}$$

Ainsi, lorsqu'on réduit les observations avec la déclinaison constante du centre du champ, on trouve pour l'abscisse d'une étoile quelconque, ou distance au cercle horaire pris pour axe,

$$K = H_0 \cos D - H_0 \sin D . x - \frac{1}{2} H_0 \cos D . x^2 \ldots ;$$

et en secondes de temps, en composant δK des deux derniers termes de l'expression précédente :

Formule pour corriger l'abscisse :

$$\delta K = - [\bar{3},861\,7]\, x \sin D - [\bar{9},423]\, x^2 \cos D.$$

En même temps on a

Corrections (78) *et* (79) *réunies, qui affectent l'ordonnée, du chef de la convergence des cercles horaires :*

$$\delta x = [\bar{6},958\,6] \frac{\theta^2 x}{R} \text{tang } D + [\overline{10},920] \frac{\theta^2 x^2}{R} \cdot \frac{1}{\cos^2 D} \cdot$$

Viennent ensuite les corrections relatives à la courbure des trajectoires, qui affectent seulement l'ordonnée.

Corrections (84) *et* (85) *réunies, pour la courbure des trajectoires :*

$$\delta x = - [\bar{6},958\,6] \frac{\theta^2}{R^2} \left(\frac{1}{4} y^2 + x^2 \right) \text{tang } D + [\overline{15},001] \frac{\theta^2}{R^2} \left(\frac{1}{4} y^4 + x^2 \theta^2 \right) \frac{\sin D}{\cos^3 D} \cdot$$

Les corrections d'aberration diurne sont insensibles. Il ne reste que celles de la réfraction.

Corrections (122), (121) *et* (123) *pour la variation de la réfraction.*

$$\delta A = -[\bar{5},8660]\,PB\,\frac{\sin p \sin 2\varphi}{\cos D \cos^2 z}, \ldots \text{(en angle horaire)};$$

$$\delta K = [\bar{4},4681]\,Px\,\frac{\sin p \cos^2\varphi}{\cos^2 z}(\tan \varphi \cos D - \cos p \sin D);$$

$$\delta x = [\bar{4},4681]\frac{P}{\cos^2 z}\left\{\frac{\theta^2 \cos\varphi}{4R}(\cos\varphi \cos D + \cos p \sin\varphi \sin D) + x(1 - \sin^2 p \cos^2\varphi)\right\}.$$

Les nombres ainsi corrigés fournissent les coordonnées vraies, telles qu'elles existaient à l'instant des observations. Les abscisses K et les ordonnées x peuvent être comptées d'ailleurs d'une étoile quelconque du groupe, par exemple, d'une étoile centrale. Comme il ne s'agit ici que de mouvements relatifs, l'origine des coordonnées est arbitraire.

Nous avons supposé seulement que l'avance horaire de la pendule fût parfaitement connue. Mais il faut remarquer que cette avance se porte sur la longueur actuelle de la zone, en d'autres termes, sur l'intervalle total entre la première et la dernière étoile; et elle influe proportionnellement sur les différences d'ascension droite de tous les astres intermédiaires. Or, pour obtenir à $0^s,001$ une durée de 20 minutes seulement, il serait nécessaire que la variation de l'horloge fût connue à $0^s,003$ par heure, ou $0^s,072$ par jour; et ce degré de précision semble au delà des pouvoirs des méthodes actuelles. Car il faut non-seulement considérer la détermination du temps à la lunette méridienne; mais les irrégularités de la marche de la pendule.

Si ces irrégularités n'existaient pas, et que l'on demandât de constater simplement la durée du jour sidéral, sur une horloge à mouvement uniforme, on pourrait, sans doute, substituer avec avantage une lunette fixe à la lunette méridienne. On observerait les retours des mêmes étoiles dans cette lunette, en tenant compte des petits changements qui surviennent dans l'aberration, la nutation et la précession. Peut-être réduirait-on par là, dans la limite voulue, l'incertitude qui reste sur l'avance diurne. Mais l'uniformité du mouvement de l'horloge n'est pas garantie.

Il semble donc préférable de prendre la zone elle-même pour module.

Ayant corrigé les positions relatives des étoiles pour toutes les inégalités connues, il ne reste que les parallaxes et les mouvements propres, qui n'altèrent pas sensiblement ces positions relatives, dans une durée de plusieurs jours. Le module, ou étendue totale de la zone en ascension droite, compté de sa première à sa dernière étoile, peut être regardé comme constant, dans un court intervalle. En prenant la moyenne, par exemple, de dix mesures de ce module, faites dans trois ou quatre nuits différentes, les irrégularités accidentelles de la pendule se compenseront en partie; l'influence de l'inexactitude commise sur l'avance horaire sera réduite au tiers environ, et il suffira de connaître l'avance diurne à un quart de seconde.

Il est vrai qu'en mesurant le module par les passages de la première et de la dernière étoile, les erreurs des observations de ces deux astres auraient une influence notable. Mais on peut aussi bien prendre pour termes, d'un côté, la moyenne des passages des dix premières étoiles, et, de l'autre, la moyenne des passages des dix dernières. On peut même prendre toutes les étoiles de la zone, et les partager en deux groupes par le cercle horaire médian. Toutes celles qui précèdent ce cercle horaire fourniraient, pour moyenne des abscisses, une certaine valeur P; toutes celles qui suivent le cercle horaire médian conduiraient à une autre valeur S. La moyenne de S — P, résultant de toutes les déterminations individuelles faites durant une certaine période, fournirait le module actuel M. Toutes les abscisses d'une série quelconque, dans laquelle on a obtenu les valeurs particulières P et S, devraient être réduites ensuite dans le rapport $\frac{M}{S-P}$.

Si l'on considère qu'on opère sur un ensemble d'étoiles, parmi lesquelles les grands mouvements propres et les grandes parallaxes sont nécessairement l'exception, il est permis de regarder les quantités P et S comme invariables, pendant une certaine durée. Dans les conditions moyennes, les effets de la parallaxe sont plus sensibles, dans un temps donné, que les effets du mouvement propre. Admettons, pour nos étoiles, une parallaxe moyenne de $0'',075 = 0^s,005$; nous verrons aisément qu'elle ne varierait guère de $0^s,001$ qu'en douze jours, dans les circonstances les plus défavorables. On est donc autorisé à regarder les moyennes P et S comme invariables, pendant une période de dix jours au moins.

Supposons donc qu'on ait formé de cette manière des positions normales de toutes les étoiles du groupe, par rapport à l'une quelconque d'entre elles. En admettant que chaque lieu normal résulte seulement de dix mesures individuelles, les moyennes auront quatre décimales aux secondes de temps (de l'équateur), et l'erreur ne portera plus que sur les deux dernières.

Les étoiles ainsi déterminées sont en mouvement les unes par rapport aux autres; et il s'agit d'examiner de quelles causes proviennent les changements.

L'aberration annuelle ne varie pas également pour tous les points de la zone. Il en est de même de la nutation et de la précession. Mais dans une zone qui n'a pour demi-longueur que 10 minutes (de temps, en grand cercle), et pour demi-largeur 10′ (d'arc), ces corrections portent seulement sur les centièmes de secondes. Nous montrerons plus loin (chap. V) que les petites réductions ainsi calculées sont suffisamment indépendantes des erreurs qui subsistent sur les constantes numériques de ces dérangements célestes. Les observations peuvent, par conséquent, être dépouillées des effets nommés, jusqu'à la quatrième décimale des secondes inclusivement.

Ceci posé, il ne reste que les parallaxes et les mouvements propres. Si nous considérons l'effet de la parallaxe, nous verrons les étoiles du groupe se mouvoir toutes ensemble, en même temps, dans une même direction, mais de quantités inégales. Dans la saison, par exemple, où la parallaxe les porte vers le nord, toutes s'élèveront dans ce sens, jusqu'à ce qu'elles atteignent un maximum; et après avoir comparé chacune d'elles à toutes les autres, en prenant les différences, nous trouverons aisément celle par rapport à laquelle les déplacements sont les plus grands. Celle-ci est, entre toutes, l'étoile qui possède *la moindre parallaxe*. Si Bessel a eu quelque droit de supposer que les parallaxes des deux petites étoiles qu'il a comparées à la 61me du Cygne sont insensibles, à plus forte raison peut-on admettre cette insensibilité pour la plus éloignée des étoiles, dans un groupe de cinquante ou de cent.

Mais nous aurons même un moyen d'assigner la limite de cette hypothèse; car en liant entre eux des groupes éloignés, qui occupent des régions différentes sur la sphère (chap. IV), nous trouverons des déplacements parallactiques qui s'opèrent en sens opposé. L'écart de l'étoile qui possède la moindre

parallaxe, dans un groupe, par rapport à l'étoile qui possède la moindre parallaxe, dans l'autre groupe, nous fournira la somme de ces deux parallaxes minima.

En supposant que cette somme puisse être négligée, les corrections de parallaxe seront immédiatement applicables, et les mouvements propres composeront seuls les résidus. Comme ils s'opèrent dans des sens divers, on comparera chaque étoile en particulier à la position moyenne de toutes les autres. Si les étoiles étaient assez nombreuses, et que les mouvements fussent dirigés au hasard, cette moyenne serait manifestement un point fixe. Pour avoir une idée de l'importance de ces déplacements, j'ai pris la valeur moyenne d'un mouvement propre, en choisissant pour étoiles celles de l'ancien catalogue de la Société astronomique. J'ai trouvé à peu près $0^s,003$ par an. Mais ces mouvements varient beaucoup en grandeur, dans les différentes étoiles. La courbe de possibilité qui les représente nous permet de calculer la valeur probable de la résultante, pour cent étoiles, en supposant les mouvements dirigés au hasard; et cette résultante serait notablement au-dessous de $0^s,001$. Les mouvements, il est vrai, ne sont pas dirigés au hasard; l'effet optique du transport du système solaire introduit, dans chacun de nos groupes, une certaine direction régnante. Mais ici encore les observations dévoileront cet effet, par rapport à l'étoile qui en est le moins affectée. Ici encore, en liant entre eux deux groupes éloignés, on fixera la limite dans laquelle est renfermée la somme des deux déplacements qui sont les moindres.

Les mouvements propres physiques se présenteront alors, dans toute leur évidence, sans aucune hypothèse sur la loi ou les lois auxquelles ils sont soumis.

CHAPITRE IV.

LIAISON D'ÉTOILES ÉLOIGNÉES.

25. En construisant l'héliomètre, Frauenhofer s'est servi des deux moitiés d'un même objectif, pour obtenir des images séparées d'une étoile ou d'un groupe d'étoiles. L'usage distinct de ces deux moitiés peut également nous donner, l'une près de l'autre, les images de deux astres différents, qui sont

très-écartés sur la sphère. Il n'est pas même nécessaire, pour cet objet, de couper l'objectif en deux parties. Il suffit de recourir au procédé du sextant, c'est-à-dire de changer par une réflexion la direction de l'un des faisceaux de lumière.

Si, dans un certain moment, les deux étoiles sont au contact dans la lunette, et que l'angle d'ouverture reste invariable, de très-petits changements dans la distance des deux astres sur la sphère seront aisément perceptibles : l'image, d'abord unique, se dédoublera. Un écart d'un tiers de seconde d'arc, ou 0",020 environ, serait déjà largement appréciable, pourvu que les éclats des deux astres ne diffèrent pas trop.

Il serait donc aussi facile de rapporter une étoile à une autre étoile fort éloignée sur la sphère, qu'il l'est de comparer entre elles, dans un même champ, deux étoiles voisines; et l'emploi d'un tel repère éloigné, sur lequel les corrections célestes agissent d'une manière différente, sera évidemment d'un secours important, dans l'étude des petits mouvements des étoiles.

Seulement, pour rendre cette méthode efficace, il est nécessaire que l'angle d'ouverture soit constant, c'est-à-dire que la situation du miroir par rapport à l'objectif soit toujours la même. Il serait illusoire d'employer un miroir mobile, et de le ramener à la situation voulue par le moyen d'un cercle gradué : l'erreur de la coïncidence des traits serait énorme, par rapport aux quantités cherchées. L'ouverture une fois donnée, il faut la rendre stéréotype, si j'ose m'exprimer ainsi.

Pour satisfaire à cette condition, l'objectif et le miroir devront être fixés dans une monture commune, fondue d'une seule pièce. Un prisme triangulaire, dont ABC (fig. 22) est la projection perpendiculaire à l'axe, offrirait à cet égard la meilleure garantie. Les inégalités de dilatation, et le jeu de l'objectif dans sa monture, ne peuvent produire que des changements extrêmement petits. Il n'est pas impossible d'ailleurs d'en fixer la limite. L'effet des variations de température se manifestera, si l'on élève artificiellement de 20° ou 30° la température de la salle d'observation, pendant qu'on tient dans le champ deux signaux donnés.

Dans la face AC du prisme nous représentons une ouverture circulaire et taraudée *mn*, qui reçoit l'objectif. Sur la face AB est appliqué le miroir *pq*,

auquel on pourrait substituer, si l'on préfère, un prisme à réflexion totale. Enfin la face BC est percée d'une fenêtre *rs*, destinée à l'admission des faisceaux.

Le chassis prismatique de la figure 22 présente un angle d'ouverture A de 45°. Les objets que l'observateur verrait paraître ensemble, dans le champ de la lunette, appartiendraient, dans cette circonstance, à deux régions du ciel distantes d'un quart de circonférence. Telle est l'ouverture que nous adopterons à l'avenir, afin de fixer les idées. L'observateur verra passer à la fois deux groupes d'étoiles. Il fixera les positions relatives au moyen du micromètre que nous avons décrit; et il lui sera toujours facile de distinguer une fois pour toutes, lesquelles de ces étoiles appartiennent au groupe visé directement, et lesquelles appartiennent au groupe réfléchi. Si l'inégalité des vitesses de transit, résultant de la différence des déclinaisons, n'était pas suffisante pour lever tous les doutes, on observerait une série en couvrant le miroir, de manière à conserver seulement des images directes.

Lorsqu'une telle lunette est dirigée suivant l'axe du monde, l'image directe est le pôle, et l'image réfléchie celle d'une étoile dont la distance polaire dépend de l'angle d'ouverture A. Dans le cas particulier que nous avons posé, l'astre sera une étoile de l'équateur. On suivrait cette étoile dans toutes les parties de son cercle diurne, en faisant tourner la lunette sur elle-même, autour de l'axe optique, sans cesser de pointer directement au pôle. Supposons que celui-ci soit marqué par un repère, sur lequel on maintient une croisée de fils, durant l'intervalle qui s'écoule entre le lever d'un astre et son coucher. Les petits dérangements de la trajectoire diurne seront visibles, notamment : les effets de l'aberration diurne, de la parallaxe de hauteur et de la réfraction.

Or, dans la courte durée d'une nuit, il n'est peut-être pas impossible d'assurer la fixité d'un collimateur polaire, dont l'axe optique donnerait l'axe du monde. On peut d'ailleurs placer ce repère dans la direction du pôle abaissé aussi bien que dans celle du pôle élevé. Dans cette dernière disposition, il serait à craindre que le support auquel il faudrait recourir n'éprouvât quelque dérangement par les températures variables de la nuit. Dans un collimateur d'un demi-mètre de longueur focale, il suffit que la croisée se

déplace de $\frac{1}{400}$ de millimètre, pour déranger la ligne de foi d'une seconde entière. Cette seule remarque nous paraît jeter au moins quelque doute sur la fidélité des collimateurs, surtout lorsqu'on prend en considération l'exposition inégale de leurs diverses parties aux agents météorologiques, les changements diurnes et annuels de la température, et la plasticité probable du sol lui-même. Cependant si nous installons le collimateur dans la direction du pôle abaissé, en contre-bas de la salle d'observation, il se trouvera placé, comme la pendule de Pulkowa, près de la couche de température invariable. Les fils pourraient d'ailleurs être éclairés à distance, à l'aide d'un réflecteur.

Mais quelles que soient les garanties que cette disposition semble présenter, il serait probablement plus sûr, et presque aussi simple, de recourir à une petite étoile, dans le voisinage du pôle élevé. L'aberration diurne est déterminée, par le calcul, avec toute l'exactitude voulue. Si Δ_0 représente la distance polaire vraie de l'étoile, et Δ sa distance polaire apparente, on a, en secondes de temps, pour un astre très-voisin du pôle,

$$\Delta = \Delta_0 + [\bar{2},520] \cos \varphi \sin p. \tag{124}$$

La parallaxe diurne des étoiles est insensible. En admettant même une parallaxe annuelle de $2''$, dont la probabilité est à peu près nulle, la parallaxe horizontale ne serait que $0'',000\,083$ ou $0^s,000\,006$, qui tombe considérablement au-dessous des quantités que nous apprécions dans nos instruments.

La réfraction varie très-peu pour une étoile qui change à peine de place dans le ciel. La distance zénitale d'une polaire est très-sensiblement, à tout instant donné,

$$z = 90^\circ - \varphi - \Delta_0 \cos p, \tag{125}$$

en comptant toujours les angles horaires p du passage par le méridien supérieur. Or, nous pouvons considérer le petit terme $-\Delta_0 \cos p$ comme la variation de z. Et puisqu'on a, par la formule (106),

$$\frac{dr}{dz} = \text{P}k \frac{1}{\cos^2 z},$$

il vient, en passant aux différences finies,

$$\delta r = -\mathrm{P}k\frac{\Delta_0 \cos p}{\sin^2 \varphi}; \tag{126}$$

et enfin, en projetant sur le cercle horaire de l'étoile,

$$\delta\Delta_0 = -\mathrm{P}k\,\Delta_0\frac{\cos^2 p}{\sin^2 \varphi}. \tag{127}$$

Telle est la variation de la réfraction en déclinaison, pour une étoile d'une très-petite distance polaire Δ_0. Elle s'élève au maximum à $\mathrm{P}k\frac{\Delta_0}{\sin^2\varphi}$. En prenant la réfraction moyenne, et posant comme exemple $\varphi = 50^\circ$, $\Delta = 10'$, on obtient pour ce maximum $\delta\Delta_0 = 0^s,020$. Une si petite quantité n'est pas affectée par les erreurs commises sur la mesure des températures actuelles. On saura donc rapporter l'étoile, à tout instant, et avec toute la sécurité voulue, à une certaine situation invariable. Même Δ_0 s'élimine quand on compare une étoile de l'équateur à une polaire; car la distance des deux astres varie alors, très-sensiblement, comme leur différence en déclinaison. Il suffit de connaître la réfraction absolue v pour le pôle, quantité que j'appellerai excentricité du repère, ou distance du faux pôle au centre des mouvements. Je traiterai plus loin (nº 27) de la détermination de cette constante.

26. Visons au pôle directement, et suivons par réflexion une étoile équatoriale, dans les différents points de son cercle diurne. Il suffit de faire tourner la lunette sur elle-même, sans déranger l'axe optique. Si l'on prend pour repère un collimateur, on ajoutera au micromètre une croisée de fils, qu'on aura soin de maintenir sur ce signal. Si l'on emploie une petite étoile polaire, on la fera passer à l'extrémité du champ, très-près du sommet du triangle micrométrique. Les petits changements de pointé seront constatés par les différences dans les durées de passage. Une étoile de 10′ de distance polaire, dont la trajectoire coupe notre micromètre d'exemple à $\frac{1}{40}$ de la hauteur du triangle (à partir du sommet), ne reste pas plus de onze à douze minutes cachée sous ce triangle. Pendant ce temps, les étoiles équatoriales traverseront l'appareil, dans le même sens (si les ascensions droites sont les mêmes), avec une vitesse beaucoup plus grande.

Le micromètre accusera les variations de déclinaison. La correction d'aberration diurne étant appliquée à toutes les étoiles, ces variations seront l'effet de la parallaxe de hauteur et de la réfraction. On pourrait étudier de cette manière les parallaxes des planètes. Mais dans les étoiles fixes, la parallaxe de hauteur étant insensible, ainsi qu'on l'a montré tout à l'heure, il ne reste que la réfraction.

Supposons qu'on ramène d'abord le pouvoir réfringent de l'air à des températures et des pressions égales. Pour des hauteurs plus grandes que 30°, ce premier calcul atteint facilement l'exactitude désirable. Alors, en effet, la réfraction est à peu près indépendante de la variation des températures dans le sens horizontal : le rayon ne rase pas des contrées les unes plus froides, les autres plus chaudes; il s'élève rapidement vers les hautes régions; et l'on peut se contenter des formules usuelles, qui ne considèrent, comme on sait, que les variations des températures dans le sens vertical.

En se bornant, ainsi qu'il est permis de le faire ici, au premier terme de la réfraction

$$r = \mathrm{P}k \operatorname{tang} z, \tag{128}$$

on a

$$\delta r = k \operatorname{tang} z\, \delta\mathrm{P} + \mathrm{P}k \frac{1}{\cos^2 z} \delta z. \tag{129}$$

Nommons h' et h'' les hauteurs barométriques (colonnes de mercure réduites à 0°) relatives à des hauteurs égales ou presque égales de l'astre des deux côtés du méridien; t' et t'' les températures correspondantes de l'air extérieur. L'équation (107), n° 22, donne, d'une manière suffisamment approchée,

$$\delta\mathrm{P} = \frac{\delta h}{h_0} - \mathrm{P}m\delta t,$$

où h_0 est la pression à laquelle la constante k se rapporte, et m le coefficient de dilatation de l'air. Remplaçons maintenant δh par $h''-h'$, et δt par $t''-t'$, nous avons

$$\delta\mathrm{P} = \frac{h''-h'}{h_0} - \mathrm{P}m(t''-t'). \tag{130}$$

Telle est la valeur $\delta\mathrm{P}$ à introduire dans l'équation (129).

Quant au terme qui renferme δz, il a pour objet de rendre comparables des observations qui n'ont pas été faites à des hauteurs rigoureusement égales, des deux côtés du méridien. On l'exprimera plus commodément en fonction de $p''-p'$ ou différence des angles horaires. Recourant à cet effet à la formule (109), nous obtenons

$$\delta r = k \operatorname{tang} z \left[\frac{h''-h'}{h_0} - \mathrm{P}m(t''-t')\right] + \mathrm{P}k \frac{\sin p \cos \varphi \cos \mathrm{D}}{\sin z \cos^2 z}(p''-p').$$

Il s'agit enfin de projeter cette correction selon le cercle horaire, pour l'appliquer aux déclinaisons. Il faut donc multiplier par $\cos \mathrm{E}$, formule (112), n° 22. Nous supposerons, en outre, pour plus de simplicité, que l'étoile soit fort voisine de l'équateur, et que l'on puisse poser $\sin \mathrm{D}=0$, $\cos \mathrm{D}=1$. On aura donc

$$\delta \mathrm{D} = k\left[\frac{h''-h'}{h_0} - \mathrm{P}m(t''-t')\right]\frac{\sin \varphi}{\cos z} + 2\mathrm{P}k\frac{\sin p \sin 2\varphi}{\sin^2 2z}(p''-p'). \qquad (131)$$

Mettons pour les coefficients leurs valeurs numériques, en exprimant les hauteurs barométriques en millimètres de mercure (à 0°), les températures en degrés centigrades, la différence des angles horaires et $\delta\mathrm{D}$ en secondes de temps; on écrira

$$\delta \mathrm{D} = \left\{[\bar{3},7256](h''-h') - [\bar{2},1711]\mathrm{P}(t''-t')\right\}\frac{\sin \varphi}{\cos z} + [\bar{4},7691]\mathrm{P}(p''-p')\frac{\sin p \sin 2\varphi}{\sin^2 2z}. \qquad (132)$$

Par l'application de cette correction, les observations qui ont été faites des deux côtés du méridien, à des hauteurs à peu près égales, sont rendues exactement correspondantes. On voit que le coefficient numérique $2k$ du dernier terme est 0,000 6 environ. Or, comme k est sûr à $\frac{1}{200}$ de sa valeur, on peut répondre de ce coefficient à $\frac{1}{100}$ de sa valeur ou 0,000 006; et cette incertitude, pour produire un doute de $0^s,001$ sur la déclinaison, devra être multipliée par un facteur égal à 167 environ. Mais, dans l'équateur céleste, on a

$$\cos z = \cos \varphi \cos p,$$

et, par conséquent,

$$\sin^2 z = 1 - \cos^2 \varphi \cos^2 p;$$

d'où

$$\sin^2 2z = 4(\cos^2 \varphi \cos^2 p - \cos^4 \varphi \cos^4 p).$$

Si $\varphi=45°$, $\cos\varphi=\frac{1}{\sqrt{2}}$, et $\cos^2\varphi=\frac{1}{2}$; donc, dans cette hypothèse,

$$\sin^2 2z = 2\cos^2 p - \cos^4 p = 2\cos^2 p\left(1 - \frac{1}{2}\cos^2 p\right).$$

En même temps $\sin 2\varphi = 1$.

Ainsi dans les latitudes géographiques moyennes, le facteur $\frac{\sin p \sin 2\varphi}{\sin^2 2z}$, qui est nul au méridien, devient $\frac{2}{3}\sqrt{2}$ pour $p=45°$ et $z=60°$. On conclut de là qu'à trois heures du méridien, les valeurs de $p''-p'$ auxquelles il convient de se borner, ne doivent pas dépasser 3 minutes de temps. En d'autres termes, la formule (132) servira à rendre correspondantes les déclinaisons prises des deux côtés du méridien, pourvu que les hauteurs absolues soient supérieures à 30°, et que les angles horaires ne diffèrent pas entre eux de plus de 3 minutes.

27. En rendant les observations exactement correspondantes, sous le rapport de la réfraction, nous rendons les deux arcs semi-diurnes symétriques, des deux côtés du méridien. Pour des angles horaires égaux, mais de signes contraires, les déclinaisons conclues devront être égales. Et si elles ne paraissent pas telles dans nos mesures, les différences ne peuvent provenir que de l'excentricité du collimateur.

Soient P le pôle (fig. 23), PM le méridien, AB le cercle diurne d'une étoile. Supposons que l'axe du collimateur, qui nous sert à diriger la lunette, pointe en Q, à une petite distance v du pôle vrai P. Dans ce cas, le centre du micromètre décrira la ligne pointillée A'B'. Appelons C la différence des arcs PM et QS, et q l'angle horaire MPS. La distance δD en déclinaison, comprise entre les arcs AB et A'B', sera, dans un angle horaire quelconque p, tel que celui déterminé par le cercle PT,

$$\delta D = C - v\cos(p-q). \tag{133}$$

C'est la correction à faire aux observations, pour les ramener au pôle vrai. On prend encore ici les angles horaires négatifs avant le passage par le méridien, et positifs après ce passage; la petite distance angulaire v est positive lorsque le pôle du collimateur se rapproche du zénit.

Développons $\cos(p-q)$ dans la formule (133),

$$\delta D = C - v\cos p\cos q - v\sin p\sin q.$$

Dans cette équation, remplaçons d'abord p par $-p$, puis par $p+\delta p$, il vient respectivement, en négligeant les termes qui contiennent $(\delta p)^2$ et ses puissances supérieures

$$\delta D_1 = C - v \cos q \cos p + v \sin q \sin p,$$
$$\delta D_2 = C - v \cos q \cos p - v \sin q \sin p$$
$$+ v \cos q \sin p\, \delta p - v \sin q \cos p\, \delta p.$$

Faisons maintenant la différence; et en appelant X l'excès de la déclinaison observée après le passage méridien sur celle observée à la hauteur correspondante (ou à peu près correspondante) avant ce passage, on voit que

$$X = 2v \sin q \sin p - v \cos q \sin p\, \delta p + v \sin q \cos p\, \delta p. \qquad (134)$$

On prend ici pour p l'angle horaire à l'orient du méridien, indépendamment de son signe, et pour δp l'excès de l'angle horaire occidental sur l'angle horaire oriental.

L'équation qui précède peut être mise sous la forme

$$X = v \sin q (2 \sin p + \cos p\, \delta p) - v \cos q . \sin p\, \delta p. \qquad (135)$$

Les deux inconnues $v \sin q$ et $v \cos q$ se tireront aisément de deux couples distants d'observations à peu près correspondantes. On peut aussi y faire concourir tous les couples, en les combinant par la méthode des moindres carrés.

Si le collimateur polaire était une étoile, il est clair que v serait simplement la réfraction qui correspond à la hauteur du pôle; et cette réfraction s'exerçant selon le méridien, on aurait $q=o$.

Une fois v et q déterminés, la correction (133) sera appliquée à toutes les observations. Celles-ci donneront alors une suite de points, très-exactement rattachés au pôle, par lesquels passe la trajectoire apparente de l'étoile. Chaque déclinaison, comparée à celle qu'on observait près du méridien, fournira une détermination empirique de la réfraction. Sous les latitudes de l'Europe moyenne, la réfraction en déclinaison varie d'environ 22″, lorsque l'astre passe de 30° à 45° de hauteur. Cette quantité représente $1^s,5$ environ en temps. Et si nos déterminations sont exactes à $0^s,01$ pour un couple d'observations correspondantes, qui comprend quatre déterminations de la décli-

naison (deux par le cercle et deux par le triangle du micromètre), chacun de ces couples nous donnera le coefficient numérique de la réfraction à $\frac{1}{150}$ de sa valeur. Une série de six heures d'observation fournirait donc cette constante avec une erreur probable moindre que celle qui affecte le résultat définitif de Delambre, ou peut-être même celui de Bessel.

A plus de 60° de distance zénitale, les effets de la réfraction deviennent considérables ; mais il est plus difficile d'en suivre les lois. Au lieu d'en tirer le pouvoir réfringent d'une atmosphère de constitution donnée, on en déduirait plus aisément la constitution actuelle de l'atmosphère qui manifeste le pouvoir réfringent observé. Cette étude rentre dans le domaine du météorologiste, plutôt que dans les attributions de l'astronome, et je me borne ici à l'indiquer.

28. Pour étudier les cercles diurnes, nous avons pris un repère voisin du pôle. Pour examiner des mouvements qui sont sans relation avec l'horizon, on choisira des groupes situés arbitrairement dans le ciel. Considérons d'abord des différences de déclinaison. Nous supposerons maintenant que les observations soient corrigées pour les réfractions absolues. Nous avons vu comment il est possible d'en obtenir la constante avec une très-haute précision. On pourrait aussi choisir des astres qui présentent les mêmes distances zénitales, ou à peu près, au nord et au sud du zénit. Mais, en général, si l'on observe les deux étoiles lorsqu'elles reviennent aux mêmes situations par rapport à l'horizon, la réfraction aura peu d'influence sur leurs distances.

Dans les différences de déclinaison entre deux étoiles d'un même cercle horaire, la nutation et la précession s'éliminent, les formules qui donnent les composantes de ces corrections suivant le cercle horaire étant indépendantes de la déclinaison. Les seules corrections célestes dont l'effet demeure apparent sont donc l'aberration et la parallaxe annuelles.

Nous allons considérer l'aberration avec quelque détail, et ce que nous dirons de cette correction s'applique semblablement à la parallaxe, dont les équations sont de même forme.

Si l'on appelle a la constante de l'aberration, la correction de déclinaison d'une étoile quelconque a pour expression

$$\delta D = -\frac{a}{\rho}\sin D\cos\alpha\sin L - \frac{a}{\rho}\sin\omega\cos D\cos L + \frac{a}{\rho}\cos\omega\sin D\sin\alpha\cos L, \qquad (156)$$

où ρ est le rayon vecteur de la terre, ω l'obliquité de l'écliptique, L la longitude du soleil, α et D l'ascension droite et la déclinaison du point considéré.

Pour une autre étoile, on changera α en α', et D en D'. Mais comme on suppose que α' diffère très-peu de α, on se contentera d'ajouter de petits termes de correction pour l'effet produit par cette variation, et l'on écrira

$$\left.\begin{aligned}\delta D' = & -\frac{a}{\rho}\sin D'\cos\alpha\sin L - \frac{a}{\rho}\sin\omega\cos D'\cos L + \frac{a}{\rho}\cos\omega\sin D'\sin\alpha\cos L \\ & + \frac{a}{\rho}\sin D'\sin\alpha\sin L\,\delta\alpha + \frac{a}{\rho}\cos\omega\sin D'\cos\alpha\cos L\,\delta\alpha.\end{aligned}\right\} \quad (137)$$

Soient les deux derniers termes désignés par s. En même temps, le très-petit terme de nutation, provenant de la légère différence des ascensions droites, a pour valeur

$$\nu = (2n\cot 2\omega\sin\omega\sin\alpha\sin N + n\cos\alpha\cos N)\,\delta\alpha,$$

où n représente le coefficient de la nutation, et N la longitude du nœud ascendant de la lune. Et le très-petit terme de la précession est

$$\varpi = -pt\sin\alpha\,\delta\alpha,$$

où p désigne la constante de la précession en déclinaison, et t le temps écoulé en fraction de l'année. Nommons s' la somme de ces deux termes ou $\nu + \varpi$, et joignons cette correction à la valeur précédemment obtenue de $\delta D'$. Il vient

$$\begin{aligned}\delta D' - \delta D = & -\frac{a}{\rho}\cos\alpha\sin L(\sin D' - \sin D) - \frac{a}{\rho}\sin\omega\cos L(\cos D' - \cos D) \\ & + \frac{a}{\rho}\cos\omega\sin\alpha\cos L(\sin D' - \sin D) + s + s',\end{aligned}$$

qui est de la forme

$$\delta D' - \delta D = A(\sin D' - \sin D) + B(\cos D' - \cos D) + C. \quad (138)$$

Les constantes a, n et p sont assez bien connues pour répondre des millièmes de secondes (de temps) sur le petit terme C. La constante a entre seule dans les coefficients A et B.

Soit maintenant $D' = D + \frac{1}{2}\pi + \varepsilon$, où le dernier terme ε est un petit arc, qu'il suffit de connaître à $1'$. On a, en négligeant les termes qui dépendent du carré et des puissances supérieures de ε,

$$\begin{aligned}\sin D' &= \cos(D+\varepsilon) = \cos D - \varepsilon \sin D,\\ \cos D' &= -\sin(D+\varepsilon) = -\sin D - \varepsilon \cos D.\end{aligned}$$

De là on conclut

$$\begin{aligned}\sin D' - \sin D &= \cos D - \sin D - \varepsilon \sin D,\\ \cos D' - \cos D &= -\sin D - \cos D - \varepsilon \cos D.\end{aligned}$$

Mais

$$\cos D - \sin D = -\sqrt{2}\sin(D - 45^\circ),$$

et

$$-\sin D - \cos D = -\sqrt{2}\cos(D - 45^\circ).$$

Faisant donc

$$S = C - A\varepsilon \sin D - B\varepsilon \cos D$$

qui n'est qu'un terme de correction, on obtient enfin,

$$\delta D' - \delta D = -A\sqrt{2}\sin(D - 45^\circ) - B\sqrt{2}\cos(D - 45^\circ) + S. \tag{159}$$

Or les deux grands termes ne sont autres que l'aberration, prise en signe contraire, et multipliée par $\sqrt{2}$, d'une étoile qui serait située sous le parallèle $D - 45^\circ$. Il résulte de là qu'on peut mettre en évidence l'aberration en déclinaison qui s'exerce sous un parallèle quelconque, en observant dans notre lunette les mouvements relatifs de deux étoiles convenablement placées, dans le même cercle horaire. On voit même que le déplacement est amplifié, dans le rapport de 1 à $\sqrt{2}$. Ces observations relatives seront donc non-seulement beaucoup plus sûres, mais aussi plus favorables que les observations absolues d'une étoile choisie.

Par exemple, si l'on se propose de mesurer l'aberration en déclinaison, dans la région de la sphère où elle est maxima, savoir à l'un des pôles de l'écliptique, les deux étoiles qui la feront connaître (amplifiée dans le rapport de 1 à $\sqrt{2}$) seront celles qui ont $\mp 21^\circ 33'$ de déclinaison, comparées respectivement aux étoiles de $\pm 68^\circ 27'$ de déclinaison, et situées d'ailleurs dans le colure des solstices. Dans l'Europe moyenne, on choisirait de ces deux combinaisons, $D = -21^\circ 33'$ et $D' = +68^\circ 27'$. Il est aisé de voir que δ Leporis et 22 (*Hev.*) Camelopardalis réalisent assez bien cette condition. Mais toutes les étoiles voisines de celles-ci y satisferont à peu près de la même manière.

On multipliera donc les mesures en formant deux groupes autour de ces astres, que j'appellerai les étoiles-maîtresses, et dont chacune sera, pour son groupe, une origine de coordonnées.

Supposons à présent que l'on prenne deux étoiles-maîtresses situées toutes deux dans l'équateur céleste, à 90° ou 6^h de distance. Leurs différences d'ascension droite fourniraient également la constante de l'aberration. Si l'on considère, en effet, les abscisses K, on trouve

$$\delta K' - \delta K = -\frac{a}{\rho}\sin L(\sin\alpha' - \sin\alpha) - \frac{a}{\rho}\cos\omega\cos L(\cos\alpha' - \cos\alpha) + u, \qquad (140)$$

qui est de la forme

$$\delta K' - \delta K = E(\sin\alpha' - \sin\alpha) + F(\cos\alpha' - \cos\alpha) + u. \qquad (141)$$

Le terme u se compose ici de la différence de nutation et de précession. Il renferme les déclinaisons D et D′ des deux étoiles, qui sont très-petites lorsqu'on choisit des astres voisins de l'équateur. Il serait absolument nul dans l'équateur même. En voici l'expression :

$$u = -(2n\cot 2\omega\sin\omega\sin N - pt)(D'\sin\alpha' - D\sin\alpha) - n\cos N(D'\cos\alpha' - D\cos\alpha).$$

Maintenant si l'on fait $\alpha' = \alpha + \frac{1}{2}\pi + \zeta$, il vient, en suivant la même marche que précédemment,

$$\delta K' - \delta K = -E\sqrt{2}\sin(\alpha - 45^\circ) - F\sqrt{2}\cos(\alpha - 45^\circ) + U, \qquad (142)$$

où l'on a posé

$$U = u - E\zeta\sin\alpha - F\zeta\cos\alpha.$$

Ainsi, en choisissant, très-près de l'équateur, deux étoiles ou deux groupes d'étoiles, qui passent au méridien à six heures environ d'intervalle, mais que notre lunette présente dans le champ en même temps, les variations observées d'ascension droite permettront de mesurer la constante de l'aberration, par des déplacements plus grands que cette constante même.

Il est sans doute superflu de faire remarquer que dans les observations simultanées de deux groupes, l'un direct, l'autre réfléchi, qui passent ensemble dans le même champ, il convient de chercher pour chaque groupe séparément l'erreur d'orientation y (n° 10) du réticule. Mais la correction δR du rayon micrométrique n'a évidemment qu'une valeur, pour toutes les étoiles qui traversent le cercle à une même époque.

29. Nous venons de voir que la nutation s'élimine quand on compare entre elles les déclinaisons de deux groupes d'étoiles, pris dans un même cercle horaire, ou les ascensions droites de deux autres groupes, pris dans l'équateur. Il devait en être ainsi, puisque le mouvement de nutation est un mouvement général de la sphère. Mais comme la rotation ne s'exécute pas autour des pôles d'ascension droite et de déclinaison, il sera possible de la mettre en évidence, en prenant des étoiles dont le grand cercle de jonction est oblique aux arcs des coordonnées, et dont la distance se décompose, par conséquent, en différences d'ascension droite et de déclinaison qui varient avec les balancements du grand cercle cité.

Soient P le pôle (fig. 24), E et E′ deux étoiles que je suppose situées dans un même parallèle EFE′, et dont la distance EGE′ en arc de grand cercle est un quart de circonférence. Faisons, en outre, pour plus de simplicité, les angles E et E′, du triangle sphérique EPE′, égaux chacun à 45°. Ces conditions étant données, il en résulte que l'angle P, ou différence des ascensions droites des deux astres, est de $120^\circ = 8^h$; et que la distance polaire PE = PE′ des étoiles s'élève à 54° 44′ environ, c'est-à-dire que leur déclinaison est de 35° 16′. On reconnaît ensuite que, sous la latitude géographique de 50°, un astre d'une telle déclinaison (de même dénomination d'ailleurs que le pôle élevé), reste pendant $11^h\,10^m$ au-dessus de l'almicantarat de 30° de hauteur. Or, si la différence des ascensions droites est de 8^h, comme on vient de le dire, on voit que les deux astres resteront chaque jour pendant plus de trois heures à une élévation suffisante au-dessus de l'horizon.

Observons des différences d'ascension droite, au moyen de notre lunette, entre deux étoiles situées fort près du parallèle nommé. Supposons que ces observations soient renouvelées, plusieurs années de suite, vers les mêmes époques. L'aberration est alors sensiblement la même. Si α et α', D et D′ sont toujours les ascensions droites et les déclinaisons des étoiles, et que l'on appelle δL la petite différence des longitudes du soleil, on a pour la correction v d'aberration, sur l'abscisse,

$$v = -\frac{u}{\rho}\cdot\frac{3}{2}\left(\frac{\cos\alpha}{\sqrt{3}} - \sin\alpha\right)\cos L\,\delta L - \frac{u}{\rho}\cos\omega\,\frac{3}{2}\left(\cos\alpha + \frac{\sin\alpha}{\sqrt{3}}\right)\sin L\,\delta L. \qquad (143)$$

J'obtiens le facteur $\frac{3}{2}\left(\frac{\cos\alpha}{\sqrt{3}} - \sin\alpha\right)$ en remarquant que $\sin\alpha' - \sin\alpha = \sin(\alpha + 120^\circ) - \sin\alpha$, développant $\sin(\alpha + 120^\circ)$, et mettant pour $\sin 120^\circ$ et $\cos 120^\circ$ leurs valeurs. J'obtiens par une marche analogue $\cos(\alpha + 120^\circ) - \cos\alpha = -\frac{3}{2}\left(\cos\alpha + \frac{\sin\alpha}{\sqrt{3}}\right)$.

La correction w de précession nous donne, de son côté,

$$w = pt \sin D \frac{3}{2}\left(\frac{\cos\alpha}{\sqrt{3}} - \sin\alpha\right). \tag{144}$$

La première quantité sera sûre à $0^s,001$, dans le cas même où ses coefficients sphériques sont maxima, lorsque δL n'excède pas 5°, c'est-à-dire pour une différence de date de cinq jours. Quant à la deuxième correction, w, on ne pourrait guère l'étendre avec certitude à une durée de plus d'un an et demi, si le facteur $\frac{\cos\alpha}{\sqrt{3}} - \sin\alpha$ était maximum. Il importe donc d'attribuer à ce coefficient sa moindre valeur, qui est 0,577 35, et qui répond à $\alpha = 60^\circ \mp n\frac{\pi}{2}$. On pourrait appliquer alors le terme w pendant trois ans environ. Au bout de neuf ans, c'est-à-dire après que le terme principal de la nutation a pris toute son amplitude, la limite de l'erreur à craindre sur w s'élèverait à $0^s,003$, ce qui est trop grand. On arrive à ces chiffres en prenant les incertitudes qui subsistent dans les valeurs des constantes a et p, ainsi qu'elles sont données n° 30. Mais il existe un moyen d'éliminer cette erreur. Pour deux valeurs de α qui diffèrent de 180°, w est égal, mais de signe contraire. Au lieu de prendre les mesures dans un seul couple, il suffira donc de les prendre dans deux couples, diamétralement opposés dans le même petit cercle. La moyenne des deux valeurs obtenues sera indépendante de la précession, et la différence des valeurs particulières fournira la correction de p ou de cette précession même.

Une étoile, dite précédente, sera donc choisie sous l'ascension droite de 4^h, et une, dite suivante, sous l'ascension droite de 12^h. On en prendra en même temps deux autres, la précédente par 16^h et la suivante par 24^h, tous ces astres étant d'ailleurs très-près du parallèle céleste de $35^\circ 16'$. Mais il est toujours entendu qu'au lieu de deux couples d'étoiles individuelles, on emploiera de préférence deux couples de groupes, qui permettent de multiplier les observations, à peu près comme si l'on renouvelait les mesures

des étoiles-maîtresses, autant de fois qu'il y a d'éléments dans un groupe distinct.

Les observations nous donneront des variations d'ascension droite, que l'on dépouille, par les petites corrections v et w, des effets de l'aberration et de la précession, et qui dépendent principalement de la nutation. En recourant à la formule de la nutation en ascension droite, nous voyons immédiatement que la variation de l'abscisse a pour grands termes

$$\delta K' - \delta K = -3n \cot 2\omega \sin \omega \sin D \sin N \left(\frac{\cos\alpha}{\sqrt{3}} - \sin\alpha\right) + \frac{3}{2} n \sin D \cos N \left(\cos\alpha + \frac{\sin\alpha}{\sqrt{3}}\right),$$

qui est de la forme

$$\delta K' - \delta K = G\left(\frac{\cos\alpha}{\sqrt{3}} - \sin\alpha\right) + H\left(\cos\alpha + \frac{\sin\alpha}{\sqrt{3}}\right). \tag{145}$$

Mais la déclinaison D′ n'est pas rigoureusement égale à D, et l'intervalle d'ascension droite n'est pas exactement de 120°, mais de $120° + \beta$. Il vient, du premier chef, une petite correction b, savoir :

$$b = \left[G\left(\frac{\cos\alpha}{\sqrt{3}} - \sin\alpha\right) + H\left(\cos\alpha + \frac{\sin\alpha}{\sqrt{3}}\right)\right] \cos D\, \delta D; \tag{146}$$

et du second chef un autre petit terme, c :

$$c = -\frac{G}{3}\left(\sin\alpha\sqrt{3} + \cos\alpha\right)\beta + \frac{H}{3}\left(\cos\alpha\sqrt{3} - \sin\alpha\right)\beta. \tag{147}$$

Désignons enfin par V la somme de tous les petits termes, tellement que $V = v + w + b + c$, nous obtenons pour la variation totale

$$\delta K' - \delta K = G\left(\frac{\cos\alpha}{\sqrt{3}} - \sin\alpha\right) + H\left(\cos\alpha + \frac{\sin\alpha}{\sqrt{3}}\right) + V. \tag{148}$$

On en conclura la valeur numérique du coefficient principal n de la nutation lunaire, contenu dans G et dans H. Ce coefficient est multiplié, dans la formule, par le facteur numérique $\frac{3}{2}$. Mais nous mettrons en outre les valeurs de $\sin D$ et de $\cos\alpha + \frac{\sin\alpha}{\sqrt{3}}$ que nous nous sommes données. Nous reconnais-

sons alors que la constante n se trouve mesurée par des déplacements, qui ont précisément la grandeur de cette constante elle-même.

Le terme principal de la nutation lunaire étant obtenu de cette manière, les termes du second ordre pourraient faire l'objet d'une recherche empirique, dans les petits mouvements des étoiles.

CHAPITRE V.

DISCUSSION DES OBSERVATIONS MÉRIDIENNES.

30. Si nous avons réussi à démontrer que tous les changements qui surviennent dans les positions des astres peuvent être mis en évidence par de simples mesures relatives, les recherches d'astronomie stellaire paraîtront d'un accès plus facile. On ne conteste pas, en effet, que des grandeurs prises par différence ne soient plus sûres que des coordonnées absolues. Les considérations que nous avons présentées conduiraient à modifier, peut-être avec un certain avantage, la marche adoptée d'ordinaire dans les observations méridiennes. Au lieu de prendre chaque soir des étoiles qui sont répandues dans toutes les parties du ciel, il serait plus avantageux de former des groupes d'étude, c'est-à-dire de rattacher, à chaque fondamentale observée, les diverses étoiles qui l'entourent. On pourrait s'accorder à choisir, sur la sphère céleste, un certain nombre d'étoiles principales, ou maîtresses de groupes, qui remplaceraient, dans l'astronomie de précision, les anciennes étoiles déterminatrices des Chinois. Il suffirait, pour cet objet, d'augmenter le nombre des fondamentales usuelles, et de distribuer ces étoiles d'une manière plus égale sur le ciel. Il ne faudrait pas négliger d'en adopter quelques-unes, dans les régions de la sphère qui sont pauvres en étoiles brillantes. Le ciel pourrait être alors partagé en quadrilatères sphériques, comme John Herschel l'a proposé pour la refonte des constellations, chaque quadrilatère ayant dans sa partie centrale une étoile-maîtresse, qui servirait d'origine locale aux coordonnées. En déterminant au méridien une étoile

quelconque, on observerait le même soir, comme règle générale, la fondamentale particulière du quadrilatère.

Il est vrai que cette méthode n'ajouterait rien à la sûreté des comparaisons, entre des groupes éloignés. A cet égard, l'imperfection est inhérente à la nature même des instruments mobiles. Mais elle fournirait les mouvements relatifs d'étoiles voisines, avec une précision que des mesures détachées et indépendantes ne peuvent nous offrir. Quelque soin que l'on prenne dans les réductions, les erreurs des positions relatives sont beaucoup plus grandes, quand les astres que l'on compare n'ont pas été observés ensemble, le même soir. En effet, à des époques diverses, les erreurs des corrections instrumentales peuvent tomber dans des sens différents. Les écarts grandissent encore lorsqu'on passe du catalogue d'un observatoire à celui d'un autre observatoire, les méridiens, les pôles du ciel, les équinoxes, n'étant pas affectés des mêmes erreurs. Enfin les déterminations les plus récentes ne sont pas comparables, en toute rigueur, aux mesures plus anciennes, les constantes de réduction employées par les astronomes ayant reçu des valeurs variées. On trouve même dans l'ascension droite des sauts marqués, qui correspondent aux époques où l'on a fait subir de petits changements à l'origine de cette coordonnée.

En réunissant cependant un grand nombre de déterminations, faites à différents jours, dans différents observatoires, la plupart des erreurs qui restent dans les ascensions droites ou les déclinaisons relatives des étoiles peuvent être considérées comme accidentelles. Elles concourent à augmenter notablement l'erreur moyenne d'une mesure, mais elles ne vicient pas les résultats systématiquement. Ainsi, quand on considère des étoiles voisines, les collections d'observations méridiennes ne sont pas sans pouvoir jeter une certaine lumière sur leurs mouvements. Voilà un peu plus de cent ans que la série de mesures méridiennes commencée par Bradley a été poursuivie avec un zèle croissant. Le milieu de la période répond à l'année 1810 environ. On se sert de ces observations pour tirer le coefficient de la première puissance du temps, dans l'expression du mouvement propre. Mais nous allons montrer que sous la restriction posée, d'envisager exclusivement des groupes d'étoiles peu étendus, et de discuter les différences comme nous

Tels sont les chiffres que nous adopterons, pour les limites d'erreur de ces constantes.

Soient m l'une quelconque des corrections pour une étoile donnée, e la constante numérique, $F(s)$ la fonction sphérique de laquelle la correction dépend, et qui renferme en général l'ascension droite et la déclinaison de l'astre; c'est-à-dire que

$$m = e F(s).$$

Nommons x la variation qu'éprouve la quantité m, lorsqu'on passe à une autre étoile peu éloignée, pour laquelle s a reçu l'accroissement σ; on a, en se bornant aux termes du premier ordre,

$$x = e F'(s)\sigma, \tag{149}$$

où $F'(s)$ est la dérivée différentielle de $F(s)$.

Si l'on différentie maintenant par rapport à x et à e, et que l'on emploie le symbole δ des différences finies,

$$\frac{\delta x}{\delta e} = F'(s)\sigma,$$

d'où

$$\sigma = \frac{\delta x}{\delta e} \cdot \frac{1}{F'(s)} \cdot \tag{150}$$

Lorsqu'on connaît l'incertitude δe dont la constante est affectée, et que l'on se donne le maximum δx de l'erreur à laquelle on consent à s'exposer sur les coordonnées relatives, le caractère σ désigne le maximum de distance des étoiles, ou en d'autres termes la demi-dimension de la zone. Au delà de cette limite, les différences d'ascension droite et de déclinaison comporteraient une erreur supérieure à la grandeur δx dont on veut répondre.

Pour δx nous allons prendre tour à tour deux valeurs. S'il s'agit de fixer les limites des groupes d'étude, auxquels nous proposons d'appliquer le micromètre, nous supposons toujours, pour l'erreur maxima des termes de réduction, $\delta x = \mu = 0^s,001$. Mais si l'on discute des observations méridiennes, cette valeur paraît trop petite. Les aires, trop réduites en étendue, ne fourniraient pas assez d'étoiles observées. Il faut prendre également en considération la grande erreur probable de ces observations, par rapport à des

mesures micrométriques, et les rangs décimaux auxquels les données s'arrêtent.

Ainsi les mesures individuelles des déclinaisons méridiennes ne sont pas exprimées au delà des dixièmes de secondes (d'arc). Les lectures, ou plus exactement les estimes, faites sur les plus grands cercles divisés, ne donnent pas davantage. La seconde entière elle-même est incertaine dans une observation isolée. Nous prendrons ici $\delta x = \mu' = 0'',1$ pour la limite des quantités négligées.

Nous appliquerons pareillement cette limite aux ascensions droites. Le dixième de seconde (d'arc) représente $0^s,006\,7$ (de temps) dans l'équateur, et les durées suivantes dans les différents parallèles célestes :

DÉCLINAISON de L'ÉTOILE.	VALEUR en ascension droite DE L'ARC DE GRAND CERCLE DE 0'',1, calculée	
	avec trois décimales.	avec deux décimales.
0°	$0^s,007$	$0^s,01$
10	0,007	0,01
20	0,007	0,01
30	0,008	0,01
40	0,009	0,01
50	0,010	0,01
60	0,013	0,01
70	0,019	0,02
80	0,038	0,04
85	0,076	0,08
88	0,191	0,19
89°	$0^s,382$	$0^s,38$

On voit par ce tableau que, dans une grande étendue de la sphère, la limite indiquée ne sort pas de la colonne des centièmes de secondes (de temps). C'est à la même colonne que s'arrêtent la plupart des astronomes, en donnant l'heure d'un passage méridien.

31. Les corrections de la lunette méridienne portent exclusivement sur l'ascension droite. Soient C la collimation, J l'inclinaison, D la déviation, et c, i, d, les corrections qui dépendent de ces déplacements; soient encore z la

distance zénitale, φ la latitude du lieu, et D la déclinaison de l'astre. On sait que

$$c = \frac{C}{\cos D}, \quad i = J\frac{\cos z}{\cos D}, \quad d = D\frac{\sin z}{\cos D}; \qquad (151)$$

et en remplaçant z par sa valeur $\varphi - D$,

$$c = \frac{C}{\cos D}, \quad i = J(\cos\varphi + \sin\varphi \tang D), \quad d = D(\sin\varphi - \cos\varphi \tang D). \qquad (152)$$

Ces équations donnent, par la différentiation, et en employant le symbole δ des différences finies,

$$\left.\begin{aligned} \delta c &= \quad C\frac{\sin D}{\cos^2 D}\,\delta D, \\ \delta i &= \quad J\frac{\sin\varphi}{\cos^2 D}\,\delta D, \\ \delta d &= -D\frac{\cos\varphi}{\cos^2 D}\,\delta D. \end{aligned}\right\} \qquad (153)$$

Si l'on exige que ces variations soient exactes à $0'',1$, lorsque C, J ou D comportent une erreur de $1''$, on a par ces différentes équations :

$$\delta D = 0{,}1\,\frac{\cos^2 D}{\sin D}, \quad \delta D = 0{,}1\,\frac{\cos^2 D}{\sin\varphi}, \quad \delta D = 0{,}1\,\frac{\cos^2 D}{\cos\varphi}. \qquad (154)$$

On en conclut pour δD, ou la demi-largeur de la zone dans laquelle la condition posée est satisfaite :

Déclinaison de la FONDAMENTALE.	Demi-largeur de la zone autorisée par 1'' d'erreur — SUR LA COLLIMATION.	SUR L'INCLINAISON. à Abo.	SUR L'INCLINAISON. à Königsberg.	SUR LA DÉVIATION. à Madras.	SUR LA DÉVIATION. à Paramatta.
0°	∞	6°,6	7°,1	5°,9	6°,9
20	14°,8	5,8	6,3	5,2	6,1
40	5,2	3,8	4,2	3,4	4,0
60	1,7	1,6	1,8	1,5	1,7
80	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
		Ces nombres augmentent en se rapprochant de l'équateur terrestre.		Ces nombres augmentent en s'éloignant de l'équateur terrestre.	

Nous voyons par là que les ascensions droites relatives, fournies par les observations méridiennes, ne sont sûres à $0'',1$ que dans des zones de 14° au plus en déclinaison, dans le voisinage de l'équateur céleste, et dont la largeur diminue rapidement quand les étoiles sont plus voisines des pôles.

Mais sans nous appesantir sur les ascensions droites, considérons les abscisses K exprimées en parties du grand cercle. Soient c', i', d', les corrections de collimation, d'inclinaison et de déviation, qui affectent K. On a, en remplaçant toujours z par $\varphi - D$,

$$c' = C, \quad i' = J\cos(\varphi - D), \quad d' = D\sin(\varphi - D); \qquad (155)$$

d'où l'on tire, en employant les notations du numéro précédent, et pour chacune de ces corrections successivement,

$$F(s) = \text{const.}, \quad F(s) = \cos(\varphi - D), \quad F(s) = \sin(\varphi - D);$$

et par suite

$$F'(s) = 0, \quad F'(s) = \sin(\varphi - D), \quad F'(s) = -\cos(\varphi - D).$$

Faisant alors, dans la formule (150), $\delta x = 0'',1$, $\delta e = 1''$, il vient pour les différentes valeurs correspondantes de σ,

$$\sigma = \infty, \quad \sigma = \frac{0,1}{\sin(\varphi - D)}, \quad \sigma = -\frac{0,1}{\cos(\varphi - D)}.$$

Les deux dernières valeurs de σ ont pour minimum $\sigma = 0,1$, ou bien, en arc, $\sigma = 5^\circ\frac{3}{4}$. Telle est la demi-dimension de la zone, à laquelle il convient de se borner dans les comparaisons de passages méridiens, même quand les deux étoiles sont observées le même soir. Nos méthodes actuelles de déterminer les corrections instrumentales ne justifient pas des zones d'une largeur supérieure à 12° en déclinaison, aussi longtemps qu'on demande les abscisses K à $0'',1$ près.

L'incertitude qui reste sur l'avance horaire de la pendule limiterait les zones en ascension droite. Nous venons d'admettre que les corrections de l'instrument sont connues individuellement à $1''$. Supposons ici que l'on réponde de $2''$ sur la somme $c + i + d$ relative à une fondamentale. Deux culminations successives de cette fondamentale fourniront le jour sidéral à $2''\sqrt{2}$ ou $0^s,189$. C'est l'incertitude de l'avance diurne, provenant de l'im-

perfection de notre connaissance au sujet des corrections de l'instrument. Divisons μ' par cette quantité, nous trouvons pour quotient 0,035 ou $\frac{1}{28}$ environ. Ainsi on pourra considérer des étoiles qui sont distantes en ascension droite de $\frac{1}{28}$ de circonférence, ou une heure à peu près.

En résumé, si l'on envisage les erreurs des corrections instrumentales, on fixe comme suit les demi-axes des zones dans lesquelles les comparaisons méridiennes paraissent sûres à $0'',1$:

Une heure environ en ascension droite, et 6° à peu près en déclinaison.

Nous verrons plus bas que l'incertitude des corrections célestes n'impose pas des limites plus étroites.

32. La première correction céleste que je vais considérer est l'aberration. En prenant la formule qui exprime la valeur de cette correction selon les abscisses K, on a

$$F(s) = -\sin\alpha \sin L - \cos\omega \cos\alpha \cos L, \tag{156}$$

d'où l'on déduit, en prenant α pour variable,

$$F'(s) = -\cos\alpha \sin L + \cos\omega \sin\alpha \cos L. \tag{157}$$

La fraction $\frac{1}{F'(s)}$ est minimum pour $F'(s)$ maximum.

Afin de déterminer ce maximum, mettons $F'(s)$ sous la forme

$$F'(s) = \sin(\alpha - L) - \sin\alpha \cos L\,(1 - \cos\omega). \tag{158}$$

Le premier terme a pour limite l'unité. Le facteur $-\sin\alpha\cos L$ a la même limite; et il est aisé de voir que ces deux limites peuvent être atteintes en même temps, et affectées du même signe. Ainsi $F'(s)$ a pour maximum

$$1 + (1 - \cos\omega) = 2 - \cos\omega = 2 - 0,917 = 1,083.$$

L'aberration en déclinaison donne, de son côté,

$$F(s) = -\cos\alpha \sin D \sin L + \cos\omega \sin\alpha \sin D \cos L - \sin\omega \cos D \cos L; \tag{159}$$

d'où, en prenant toujours α pour variable,

$$F'(s) = \sin\alpha \sin D \sin L + \cos\omega \cos\alpha \sin D \cos L. \tag{160}$$

Le facteur sin D est commun. Après l'avoir dégagé, la quantité restante peut être mise sous la forme $\cos(L - \alpha) - \cos\alpha \cos L\,(1 - \cos\omega)$, dont le maximum est encore $2 - \cos\omega = 1,083$.

Donc, en employant $\mu = 0^s,001$, la moindre demi-dimension des zones, suivant la perpendiculaire au cercle horaire, a des deux parts la valeur

$$\sigma = \frac{0,001}{0,008\,67} \cdot \frac{1}{1,083} = 0,106\,5,$$

qui est l'arc de 6°6′ ou de vingt-quatre minutes et demie (de temps) environ. J'appellerai σ_1 cette première limite.

Reprenons l'équation (159), et considérons D comme variable, il vient

$$F'(s) = -\cos\alpha \cos D \sin L + \cos\omega \sin\alpha \cos D \cos L + \sin\omega \sin D \cos L. \qquad (161)$$

Cette expression peut s'écrire

$$F'(s) = -\cos D (\cos\alpha \sin L - \cos\omega \sin\alpha \cos L) + \sin\omega \sin D \cos L.$$

La quantité entre parenthèses a pour maximum, comme on l'a vu tout à l'heure, 1,083. Le maximum du facteur $\sin\omega \cos L$ est $\sin\omega$ ou 0,398. En substituant ces valeurs dans l'expression qui précède on obtient

$$F'(s) = -1,083 \cos D + 0,398 \sin D;$$

et l'on trouve aisément que cette expression devient maximum pour

$$\operatorname{tang} D = -\frac{0,398}{1,083},$$

auquel cas

$$F'(s) = \mp\sqrt{(1,083)^2 + (0,398)^2} = \mp 1,154.$$

Mettons cette valeur dans (150), nous obtenons

$$\sigma = \frac{0,001}{0,008\,67}\ \frac{1}{1,154} = 0,099\,96.$$

Cette quantité représente un arc de 5°42′, que je nommerai σ_2. Telle est la demi-largeur (suivant le cercle horaire) des zones dans lesquelles on est assuré d'appliquer l'aberration relative, sans commettre d'erreur sur la troisième décimale des secondes (de temps).

Je n'ai pas considéré ici la formule de l'aberration en ascension droite, parce que la correction, réduite à la perpendiculaire, est indépendante de la déclinaison.

Les limites que l'on vient d'obtenir, savoir :

$$\sigma_1 = 0^h 24^m,$$
$$\sigma_2 = 5^\circ 42',$$

sont les demi-dimensions des zones dans lesquelles les mesures micrométriques d'une même série doivent se renfermer. Des groupes d'une longueur $2\sigma_1$ comporteront un nombre d'étoiles suffisant pour nos recherches; tandis que le diamètre du champ de la lunette restera toujours beaucoup au-dessous de la largeur $2\sigma_2$ dans laquelle l'aberration est sûre.

Si au lieu de μ on met μ' dans les formules qui précèdent, et que l'on ajoute un accent aux σ, il vient respectivement

$$\sigma'_1 = 2^h 43^m,$$
$$\sigma'_2 \doteq 38^\circ,$$

limites qui s'appliquent aux zones formées pour discuter les observations méridiennes. Ces limites sont plus larges que celles du numéro précédent, ainsi que nous l'avions annoncé.

33. Suivons la même marche pour la nutation. Si nous considérons, en premier lieu, la nutation dans la perpendiculaire, nous avons

$$F(s) = -\frac{\cos 2\omega}{\sin \omega}\cos D \sin N - \frac{\cos 2\omega}{\cos \omega}\sin \alpha \sin D \sin N - \cos \alpha \sin D \cos N; \qquad (162)$$

d'où, en prenant α pour variable,

$$F'(s) = -\frac{\cos 2\omega}{\sin \omega}\cos \alpha \sin D \sin N + \sin \alpha \sin D \cos N,$$

qu'on peut écrire

$$F'(s) = \sin D\left[\sin(\alpha - N) + \cos \alpha \sin N\left(1 - \frac{\cos 2\omega}{\sin \omega}\right)\right]. \qquad (163)$$

Et par conséquent le maximum de cette fonction, lorsque α et N sont susceptibles de prendre toutes les valeurs entre O et 2π, sera $2 - \frac{\cos 2\omega}{\cos \omega} = 1,255$. De là nous tirons

$$\sigma = \frac{0,001}{0,002\,07}\cdot\frac{1}{1,255}\cdot\frac{1}{\sin D} = 0,584\,9\,\frac{1}{\sin D},$$

qui représente en temps 88 minutes ou près d'une heure et demie, au minimum, c'est-à-dire quand $\sin D = 1$.

La formule de la nutation en déclinaison fournirait, de son côté,

$$F(s) = -\frac{\cos 2\omega}{\cos \omega} \cos \alpha \sin N + \sin \alpha \cos N; \tag{164}$$

d'où, en prenant toujours α pour variable,

$$F'(s) = \frac{\cos 2\omega}{\cos \omega} \sin \alpha \sin N + \cos \alpha \cos N. \tag{165}$$

Or, le second membre peut être mis sous la forme

$$\cos(\alpha - N) - \sin \alpha \sin N \left(1 - \frac{\cos 2\omega}{\cos \omega}\right),$$

qui conduira au même maximum qu'on vient d'obtenir.

Si, dans la formule (162) on prend D pour variable, on trouve

$$F'(s) = -\frac{\cos 2\omega}{\cos \omega} \sin \alpha \cos D \sin N - \cos \alpha \cos D \cos N + \frac{\cos 2\omega}{\sin \omega} \sin D \sin N, \tag{166}$$

qui revient à

$$F'(s) = -\cos D \left[\cos(\alpha - N) - \sin \alpha \sin N \left(1 - \frac{\cos 2\omega}{\cos \omega}\right)\right] + \sin D \frac{\cos 2\omega}{\sin \omega} \sin N.$$

Le maximum de l'expression entre crochets, ou facteur de $-\cos D$, a été établi plus haut 1,255. Celui de $\frac{\cos 2\omega}{\sin \omega} \sin N$ est en même temps $\frac{\cos 2\omega}{\sin \omega} = 1{,}716$. Il s'agit donc de trouver le maximum de

$$F'(s) = -1{,}255 \cos D + 1{,}716 \sin D,$$

qui répond à $\tang D = -\frac{1{,}716}{1{,}255}$, et qui s'élève à

$$F'(s) = \mp \sqrt{(1{,}255)^2 + (1{,}716)^2} = \mp 2{,}585.$$

Ceci posé, il vient

$$\sigma = \frac{0{,}001}{0{,}002\,07} \cdot \frac{1}{2{,}385} = 0{,}202\,6,$$

qui est l'arc de 12° environ.

Il n'est pas nécessaire de considérer ici la nutation en déclinaison, puisque la correction est indépendante de cette coordonnée.

Les limites que nous venons d'obtenir sont beaucoup plus larges que celles du numéro précédent; ainsi l'incertitude qui reste sur la constante de la nutation a moins d'influence que celle qui subsiste sur la constante de l'aberration. Il en est de même, évidemment, des limites des zones qu'on formerait en discutant des observations méridiennes.

34. Il faut enfin considérer la précession. On a, en prenant la composante dirigée selon la perpendiculaire au cercle horaire,

$$F(s) = \cot\omega \cos D + \sin\alpha \sin D; \tag{167}$$

d'où, en prenant α pour variable,

$$F'(s) = \cos\alpha \sin D,$$

et par suite

$$\sigma = \frac{0,001}{0,000\,733} \cdot \frac{1}{\cos\alpha \sin D}.$$

Admettons que α et D s'étendent entre O et 2π, le minimum sera visiblement

$$\sigma = \frac{0,001}{0,000\,733} = 1,364.$$

La formule de la précession en déclinaison donne, de son côté,

$$F(s) = \cos\alpha, \tag{168}$$

d'où

$$F'(s) = -\sin\alpha,$$

et par conséquent

$$\sigma = \frac{0,001}{0,000\,733} \cdot \frac{1}{\sin\alpha},$$

qui fournirait le même minimum, et conduirait par suite à la même conclusion.

Si l'on prend, au contraire, D pour variable dans l'équation (167), on a

$$F'(s) = -\cot\omega \sin D + \sin\alpha \cos D,$$

et comme $\sin\alpha$ a pour limite l'unité, on trouve pour maximum

$$F'(s) = \mp\sqrt{\cot^2\omega + 1} = \mp 2,512,$$

qui fournit

$$\sigma = \frac{0,001}{0,000\,733} \cdot \frac{1}{2,512} = 0,543.$$

Pour obtenir ces valeurs de σ, nous avons employé l'incertitude δe de la précession annuelle (n° 30). Les limites des zones sont alors celles dans lesquelles la correction qui provient du mouvement des équinoxes peut être appliquée avec sûreté pendant une année. La quantité σ, exprimée ci-dessus en parties du rayon, est fort considérable, et dépasse les demi-dimensions adoptées précédemment pour les groupes d'étoiles. En réduisant ces demi-dimensions, on étend, dans la même proportion, la durée pendant laquelle la précession est applicable sans erreur sensible.

De toutes les corrections envisagées, l'aberration est celle dont l'incertitude a le plus d'influence; c'est, par conséquent, celle sur laquelle il convient de se guider pour limiter les groupes. On a vu dans le n° 32 qu'elle nous oblige à réduire à 20^m ou 5° (environ) le demi-axe, selon la perpendiculaire au cercle horaire, des zones que l'on étudie dans le micromètre. Divisant $\sigma = 1{,}364$ (valeur que nous venons de tirer de la considération de la précession annuelle) par l'arc de 5° (qui est la demi-longueur des groupes), il vient pour quotient..... 15,63. C'est-à-dire que la précession peut être appliquée à de pareilles zones, sans craindre une erreur de $0^s{,}001$ dans la perpendiculaire, durant une période de quinze ou seize ans. En déclinaison, où les zones sont beaucoup plus étroites, il est manifeste qu'on pourrait suivre, durant un temps plus long, les déplacements relatifs des astres.

Des groupes destinés à l'étude micrométrique, passons en second lieu à la discussion des observations méridiennes. Lorsqu'il s'agit de cette discussion, nous avons adopté 1^h ou 15° pour demi-axe des zones selon la perpendiculaire. Substituons μ' à μ dans les formules du présent numéro. Il vient d'abord $\sigma'_1 = 9{,}093$; et ensuite pour quotient de σ'_1 par l'arc de 1^h ou 15°..... 34,73. Nous avons pris d'autre part 6°, au maximum, pour la demi-largeur des mêmes zones suivant le cercle horaire. Or, avec $F'(s) = 2{,}512$, il vient, en employant μ' au lieu de μ, $\sigma'_2 = 3{,}617$, et pour le quotient de σ'_2 par l'arc de 6°..... 34,55, qui diffère à peine du premier quotient. Ainsi, tant en déclinaison qu'en ascension droite, les réductions peuvent s'étendre, avec les garanties demandées, à trente-cinq ans environ. Après cinquante ans l'incertitude sera encore très-faible, ou de $0'',15$ seulement.

35. Il ne serait donc pas illusoire d'entreprendre la discussion des obser-

vations méridiennes, depuis l'époque de Bradley et de Mayer jusqu'à nos jours, en partant d'étoiles de comparaison nombreuses et convenablement placées, et en portant toutes les positions relatives sur la sphère d'une époque intermédiaire donnée, celle de 1810,00, par exemple. Les incertitudes que nous avons attribuées aux constantes des corrections célestes sont apparemment trop larges, en sorte que l'erreur n'atteindrait pas même les limites que nous avons mentionnées.

En discutant les mesures de la dernière période de cent ans, on choisirait pour étoiles de comparaison celles qui ont été le plus fréquemment observées, et surtout celles qui ont été prises concurremment avec les astres qui en sont voisins. Les étoiles connues sous le nom de fondamentales présenteront à cet égard les chances les plus favorables. Il est regrettable toutefois que ces points de repère ne soient pas plus également distribués sur la voûte du ciel. Les astronomes devraient attacher moins d'importance à l'éclat des astres, et plus à leur situation. Des étoiles de quatrième, cinquième ou sixième grandeur seraient aussi propres à servir de déterminatrices que des primaires ou des secondaires. Si l'on prend la calotte polaire boréale au nord du 45me parallèle céleste, on y trouve un secteur de huit heures en ascension droite qui renferme seulement deux des étoiles adoptées comme fondamentales. L'absence d'étoiles convenues, sur lesquelles les observations se portent d'un commun accord, laisse les coordonnées, dans cette partie du ciel, indépendantes entre elles, et jusqu'à un certain point flottantes.

La surface S d'une sphère étant $S = 4\pi r^2$, sera exprimée en degrés carrés en remplaçant le rayon r par $\frac{180}{\pi}$. On obtient alors

$$S = \frac{4.(180)^2}{\pi} = 41\,254.$$

Les zones dans lesquelles nous avons jugé nécessaire de renfermer les étoiles, lorsque nous comparons celles-ci par des mesures méridiennes à une certaine étoile déterminatrice ou chef de groupe, ont pour limites 30° de longueur et 12° de largeur. Chacune d'elles couvre donc une aire de 360 degrés carrés. On voit en un instant qu'il y a environ 115 espaces de cette étendue dans la sphère entière. Tel serait le nombre minimum des maîtresses de groupes qu'il conviendrait d'adopter.

Divisant le ciel, par exemple, en zones de 10° de largeur, parallèles à l'équateur, on pourrait prendre,

dans la	1re	zone,	de 0° à 10°	de déclinaison,	...	12	déterminatrices,
»	2me	»	10 à 20	»		12	»
»	3me	»	20 à 30	»		11	»
»	4me	»	30 à 40	»		10	»
»	5me	»	40 à 50	»		9	»
»	6me	»	50 à 60	»		7	»
»	7me	»	60 à 70	»		5	»
»	8me	»	70 à 80	»		3	»
»	9me	»	80 à 90	»		1	»
				Total. . .		70,	

ou soixante-dix étoiles pour l'hémisphère.

Le ciel serait partagé en quadrilatères sphériques, selon le projet de John Herschel. Mais pour rendre les déterminatrices vraiment utiles, il faudrait choisir chacune d'elles vers le milieu du quadrilatère. Il faudrait, par exemple, parcourir, pour la première zone, le parallèle de 5° de déclinaison, et s'entendre sur le choix de douze ou quinze étoiles, très-voisines de ce parallèle, et régulièrement espacées en ascension droite. En descendant à des étoiles de la cinquième ou de la sixième grandeur, ces conditions seront toujours aisément satisfaites, sans qu'il y ait d'ailleurs de doute possible sur l'identité de ces astres quand ils entrent dans la lunette.

Si ce plan était adopté, il est impossible de méconnaître que les observations méridiennes, auxquelles on se livre avec tant de zèle dans de nombreux observatoires, en acquerraient une nouvelle valeur. Elles ne fourniraient plus seulement les éléments de catalogues d'étoiles, donnant des coordonnées absolues. Elles serviraient en même temps de mesures différentielles pour rapporter les unes aux autres, par le moyen d'une même étoile de comparaison, tous les astres d'une certaine région définie du ciel. Dans l'étendue de chaque petite aire quadrilatère, les étoiles seraient liées entre elles, avec une précision supérieure à celle qu'il est permis d'attendre d'observations indépendantes, dont les lieux et les époques sont distants. L'incertitude des corrections tant instrumentales que célestes disparaît sen-

siblement dans ces petites étendues. Chaque groupe fournit alors des données plus précieuses, pour l'étude des petits déplacements individuels des astres (n° 24).

J'ai préparé ci-dessous une liste d'étoiles, où je n'ai compris toutefois que l'hémisphère boréal. Mon but est seulement de faire voir qu'on trouve avec facilité, parmi les astres des six premières grandeurs, le nombre requis de déterminatrices, convenablement placées. Je présente donc le tableau qui suit comme un simple exemple, auquel on substituerait aussi bien d'autres combinaisons. Je ne prétends pas proposer des étoiles au choix des astronomes. Une telle proposition, pour être écoutée, devrait émaner des maîtres de la science, ou se recommander par un système d'observations déjà mis en pratique, et par les résultats qu'on en pourrait montrer.

Exemple d'une division de l'hémisphère boréal en quadrilatères sphériques, avec une déterminatrice au milieu de chaque quadrilatère.

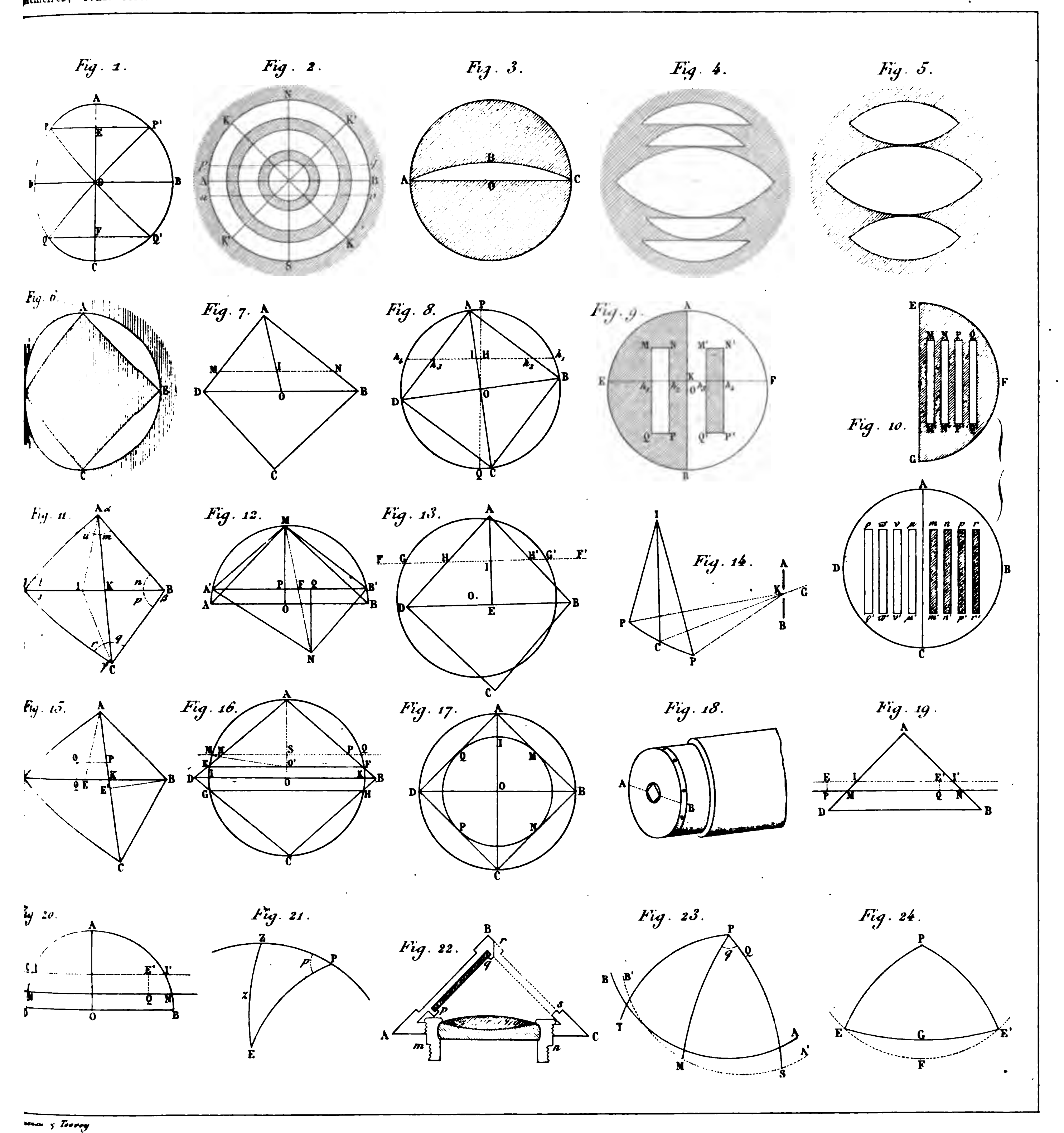
Limites D'ASCENSION DROITE.	DÉTERMINATRICES.	Grandeur.	ASCENSION DROITE, 1860.	DÉCLINAISON, 1860.
	A. De 0° à + 10° de déclinaison.			
0^h35^m à 2^h35^m	ν Piscium	5	$1^h34^m,1$	+ 4°47′
2.35 à 4.35	u_1 Tauri	6	3.38,2	5.36
4.35 à 6.35	ω Orionis	6	5.31,8	4. 2
6.35 à 8.35	α Canis minoris	1.2	7.32,0	5.35
8.35 à 10.35	*b* Sextantis	5.6	9.31,1	3.17
10.35 à 12.35	H Leonis	6	11.27,2	3.50
12.35 à 14.35	ο Virginis	6	13.36,0	4.15
14.35 à 16.35	ε Serpentis	3	15.43,8	4.54
16.35 à 18.35	β Ophiuchi	3	17.36,6	4.37
18.35 à 20.35	σ Aquilae	5	19.32,3	5. 4
20.35 à 22.35	T_1 Pegasi	5	21.31,5	5. 9
22.35 à 0.35	ι Piscium	4.5	23.32,7	4.52

Limites d'ascension droite.	Déterminatrices.	Grandeur.	Ascension droite, 1860.	Déclinaison, 1860.
	B. De + 10° à + 20° de déclinaison.			
23h30m à 1h30m	z Piscium	6	0h37m7	+ 14°11′
1.50 à 3.50	σ Arietis	6	2.43,7	14.30
3.50 à 5.50	y_1 Orionis	5	4.56,6	15.11
5.50 à 7.45	41 Geminorum	6.7	6.51,8	16. 8
7.45 à 9.45	o_1 Cancri	6	8.49,4	15.51
9.45 à 11.45	k Leonis	6	10.39,0	14.56
11.45 à 13.45	o Comae Berenicae	6	12.41,9	14.53
13.45 à 15.45	ζ Bootis	3.4	14.34,4	14.20
15.45 à 17.45	49 Herculis	6	16.45,7	15.13
17.45 à 19.50	ε Aquilae	3.4	18.53,3	14.53
19.50 à 21.50	γ Delphini	4	20.40,2	15.37
21.50 à 23.50	α Pegasi	2	22.57,8	14.27
	C. De + 20° à + 30° de déclinaison.			
23h40m à 1h50m	k Piscium	6	0h48m4	+ 26°27′
1.50 à 4. 0	h Arietis	6	2.57,2	24.42
4. 0 à 6.10	Anonyma	6	4 59,6	24. 5
6.10 à 8.25	A Geminorum	6	7.14,9	25.19
8.25 à 10.40	ε Leonis	3	9.37,8	24.23
10.40 à 12.50	1 Comae Berenicae	6	11.54,5	22.52
12.50 à 15. 5	d Bootis	5.6	14. 4,5	25.43
15. 5 à 17.10	T Herculis	6	16. 5,7	23.52
17.10 à 19.20	G Herculis	5	18.13,4	24.23
19.20 à 21.30	p Vulpeculae	5.6	20.31,3	25.59
21.30 à 23.40	μ Pegasi	4	22.43,2	23.52
	D. De + 30° à + 40° de déclinaison.			
23h40m à 2h 5m	β Andromedae	2	1h 1m9	+ 34°53′
2. 5 à 4.20	Piazzi III, 104	6	3.32,0	37. 5
4.20 à 6.15	φ Aurigae	5	5.18,3	34.21

Limites d'ascension droite.	Déterminatrices.	Grandeur.	Ascension droite, 1860.	Déclinaison, 1860.
0^h15^m à 8^h10^m	65 Aurigae	5	$7^h12^m,7$	+ 37° 1′
8.10 à 10.10	*r* Lyncis.	4.5	9.12,5	34.59
10.10 à 12.10	*ν* Ursae Majoris	4	11.10,9	33.51
12 10 à 14.20	*f* Canum Venaticorum . . .	5	12.59,2	36.33
14.20 à 16.45	*κ* Coronae Borealis	5	15.43,9	36. 6
16 45 à 19 0	*θ* Herculis	4	17.51,4	37.16
19. 0 à 21.20	*m* Cygni	6	20.11,4	34.33
21.20 à 23.40	*a* Lacertae	5	22. 9,8	37. 3
	E. De + 40° à + 50° de déclinaison.			
0^h50^m à 3^h40^m	*c* Andromedae	6	$2^h10^m,5$	+ 46°34′
3.40 à 6.30	*α* Aurigae	1	5. 6,3	45.51
6.30 à 9. 0	25 Lyncis.	6	7.44,2	47.45
9. 0 à 11.20	*λ* Ursae Majoris	3.4	10. 8,6	43.57
11.20 à 14. 0	*d* Canum Venaticorum . . .	4.5	12.27,1	42. 7
14. 0 à 16.45	Anonyma	5	15.33,8	47.16
16 45 à 19.15	Anonyma	6	17.55,8	45.30
19.15 à 22. 0	*α* Cygni	1	20.36,6	44.47
22. 0 à 0.50	*λ* Andromedae	4.5	23.30,7	45.42
	F. De + 50° à + 60° de déclinaison.			
1^h10^m à 4^h10^m	*η* Persei	5	$2^h40^m,4$	+ 55° 19′
4.10 à 7.15	*ξ* Aurigae	5	5.43,1	55.40
7.15 à 10.20	Anonyma	5	8.53,6	54.50
10.20 à 13.15	*γ* Ursae Majoris	2	11.46,4	54.28
13.15 à 16. 5	Anonyma	6	14.33,7	54.47
16. 5 à 19.10	*ν* Draconis	5	17.29,5	55.17
19 10 à 22.10	*χ* Cephei.	5	20.41,8	57. 5
22.10 à 1.10	*ρ* Cassiopeae	5.6	23.47,2	56.30

Limites d'ascension droite.	Déterminatrices.	Grandeur.	Ascension droite, 1860.	Déclinaison, 1860.
G. De + 60° à + 70° de déclinaison.				
0h10m à 4h10m	35 (*Hev.*) Cassiopeae	4.5	2h17m,6	+ 66°46′
4.10 à 8.10	30 Camelopardalis	6	5.58,8	65.44
8.10 à 12.10	32 Ursae Majoris	5	10. 7,3	65.50
12.10 à 16.10	α Draconis	4	14. 0,6	65. 3
16.10 à 20.10	36 Draconis	5	18.13,0	64.21
20.10 à 0.10	ξ Cephei	5	21.59,7	63.57
H. De + 70° à + 80° de déclinaison.				
0h 0m à 6h 0m	48 (*Hev.*) Cephei	5	3h 0m,7	+ 77° 4′
6. 0 à 12. 0	Anonyma	6	9. 2,5	73.32
12. 0 à 18. 0	β Ursae Minoris	3	14.51,2	74.44
18. 0 à 0. 0	Anonyma	6	20.55,4	75.22
I. De + 80° à + 90° de déclinaison.				
18h50m à 6h50m	43 (*Hev.*) Cephei	5	0h49m,3	+ 85°30′
6 50 à 18.50	32 (*Hev.*) Camelopardalis. . .	5	12.48,0	84.11

FIN.



SUR LES PETITS MOUVEMENTS DES ÉTOILES.

LES POISSONS

DES

COTES DE BELGIQUE,

LEURS

PARASITES ET LEURS COMMENSAUX;

PAR

P.-J. VAN BENEDEN,

MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.

(Mémoire présenté à la classe des sciences le 5 février 1870.)

INTRODUCTION.

Geene voorteeling zonder voortelder.

LEEUWENHOEK.

Sous le titre de *Faune belge,* notre savant confrère, M. Edm. de Selys Longchamps, a publié en 1842 l'énumération des animaux vertébrés, avec des indications très-importantes sur les poissons d'eau douce et les poissons de mer [1].

Dans des mémoires que nous avons successivement communiqués à l'Académie, nous avons fait connaître le résultat de nos recherches sur les Cétacés, les Crustacés, les Bryozoaires, les Cestodes, les Turbellariés et les Polypes que l'on observe sur le littoral de la Belgique. Nous avons continué ces recherches sur les autres classes, et nous avons l'honneur de communiquer aujourd'hui à la classe le résultat de nos observations sur les poissons. Mais, au lieu de nous borner à faire une simple énumération des espèces connues, nous avons cru devoir y joindre le nom des divers animaux qui les hantent, les uns à titre de parasites, les autres à titre de commensaux; et afin de donner à ce travail tout l'intérêt que comporte ce sujet, nous n'avons pas cru pouvoir négliger l'étude des espèces qui forment la nourriture habituelle

[1] A diverses reprises, notre savant confrère a bien voulu nous communiquer des observations intéressantes sur divers poissons.

de chacun d'eux. Pour chaque espèce de poisson, nous avons donc, autant que possible, visité les divers organes qui servent de retraite ordinaire aux parasites et nous avons fouillé l'estomac qui renferme la pâture.

Mais quelle extension faut-il donner à ce travail? Doit-il se borner seulement aux poissons de notre littoral? Ils sont bien peu nombreux. Doit-il s'étendre aux poissons que nos pêcheurs rapportent régulièrement des divers lieux où ils exercent leur industrie? Dans ce cas, nous embrassons un rayon qui ne circonscrit plus précisément les limites de notre littoral. Et si nous nous étendons jusque-là, pouvons-nous oublier les poissons qui visitent régulièrement ou accidentellement la mer du Nord et qui peuvent faire acte de présence dans nos parages? Toutes réflexions faites, nous avons jugé qu'il serait opportun de comprendre ceux-ci dans notre travail, sans avoir toutefois l'intention de donner la faune ichtyologique de la mer du Nord.

Il y a des poissons que des circonstances favorables pourraient amener accidentellement sur nos côtes, mais dont il est inutile, pensons-nous, de faire mention; les *Gymnetrus* (*Trachypterus*) *remipes* [1], si extraordinaires par leur taille et par leur forme rubanaire et qu'on voit apparaître quelquefois sur les côtes de Norwége ou sur les côtes d'Écosse, ne sont pas cités ici, par la raison que l'on a trop peu de chance de les trouver dans nos parages; qu'il y a tout lieu de croire, avec le professeur Nillson, que ces poissons extraordinaires sont amenés accidentellement sur les côtes d'Europe par le *gulfstream*. Nous en dirons autant du *Trachypterus bogmarus*, Cuv., et de plusieurs autres, qui sont de véritables raretés dans les régions mêmes où on

[1] On cite encore un *Gymnetrus Banksii* de quatorze pieds sept pouces sur la côte d'Angleterre. Un individu de cette taille a été pris à Whittey, le 23 avril 1866. (*Ann. nat. hist.*, aug. 1866, p. 156.) M. H.-B. Tristram, *Notice of the capture of a Ribbonfish* (Gymnetrus Banksii) *of the coast of Durham.*, PROCEED. ZOOL. SOC. 1866, p. 147. Voyez un autre individu de Berwick. (*Ann. nat. hist.*, may 1851, p. 78.) Le *Gymnetrus Grillii* de seize pieds, près des Bermudes (*Illustrated Times*, 10 mars 1860), est probablement le *Gymnetrus remipes*. Willson l'a comparé avec les genres d'Europe, *Ofvers. Vetensk. Acad. förhandl.*, 1860, ACAD. DES SCIENCES, Paris, 30 juillet 1860, *Revue et mag. de zool.*, t. XII, p. 415. — Parmi les poissons qui viennent accidentellement sur les côtes d'Angleterre, on peut citer encore le *Diodon pennatum*, pêché près de Charmouth (*Ann. nat. hist.*, t. IX, p. 260), ainsi que l'*Echinorhynus spinosus* et l'*Hexanchus griseus;* nous avons vu un exemplaire de chacune de ces espèces à Concarneau, sur la côte de Bretagne. Le premier avait sept pieds, le second, six.

les a observés. Il en est tout autrement de certains poissons fort communs sur les rochers et dans les eaux profondes, et qui se montrent à la fois sur la côte de Norwége et sur celle de Bretagne; ceux-là, on a plus de chance de les voir s'égarer dans nos parages. De ce nombre sont : le *Sebastes Norvegicus*, le *Brosmius Brosme*, les diverses espèces de *Labres*, le *Pholis laevis*, la *Motella tricirrhata*, et quelques autres. On cite, en effet, des poissons de cette catégorie qui paraissent avoir fait apparition sur les côtes des Pays-Bas, comme le *Cottus bubalis*, mais leur présence n'en est pas moins un cas exceptionnel [1].

Parmi les poissons Plagiostomes de cette catégorie, nous citerons le *Carcharias vulpes* [2] qui se fait prendre quelquefois dans la Manche, sur les côtes d'Angleterre et de France; mais nous ne savons si jusqu'à présent on en a pris dans la mer du Nord. Le *Scillium stellare* est de même une grande rareté, si tant est que l'on en ait jamais vu dans la mer du Nord. Nous mentionnerons encore, comme pouvant se présenter accidentellement, le *Spinax niger* qui se couvre communément d'*Alepas*, et le *Galeocerdo arcticus*. Le *Spinax niger* est si commun sur la côte de Norwége qu'on en voit régulièrement au marché de Bergen; quant au *Galeocerdo arcticus*, au contraire, nous ne l'avons observé que dans le beau musée de cette ville.

Nous citons dans ce mémoire quatre-vingt-treize poissons : un certain nombre se trouvent régulièrement non loin de nos côtes; d'autres y paraissent de temps en temps; d'autres encore y arrivent quelquefois, mais toujours irrégulièrement. Aussi pouvons-nous les répartir en trois catégories : la première comprenant ceux que l'on pêche pendant toute l'année ou à des époques fixes et dont le nombre s'élève à soixante-sept; la seconde com-

[1] A ces noms nous pouvons encore joindre peut-être le *Phycis furcatus*. Nous en avons reçu frais de Norwége; ils renfermaient dans leur estomac des Otolithes d'un poisson encore indéterminé et des débris de *Galathea strigata*. — M. Malm fait mention du *Phycis furcatus* et du *Molva abyssorum* parmi les poissons qui visitent le *Kattegat*. Malm (*Ofversigt of kongl. Vetensk. Acad. förhandling.*, 1861, p. 39).

[2] Il y a quelques années, un individu a été pris à Weymouth. (*Ann. nat. hist.*, 1851, p. 78.) Les journaux ont annoncé qu'un autre individu de cette espèce a été également pris à Dieppe le 5 novembre 1866.

prend ceux que l'on pêche en petit nombre et à des époques irrégulières; le nombre s'en élève à dix-sept; la troisième comprend les poissons que l'on ne voit qu'accidentellement; le nombre s'en élève à neuf [1].

Tous les animaux hébergent un nombre plus ou moins considérable de parasites, même ceux des rangs inférieurs, mais il n'y en a pas qui soient mieux partagés, sous ce rapport, que les poissons. Le poisson, en général, surtout le poisson osseux, est un véritable nid de vers, une vraie hôtellerie ou Pandocheion; il loge toute une population vivante qu'on ne voit pas ailleurs. Tous se distinguent par leur organisation comme par leurs allures, et l'on peut dire que la plupart d'entre eux sont condamnés à ne fréquenter que les organes intérieurs dans lesquels le jour ne pénètre jamais.

Nous savons aujourd'hui que tous les parasites, qu'ils appartiennent aux *Crustacés*, aux *Vers* ou aux *Infusoires*, pénètrent dans l'organisme par l'extérieur; qu'ils s'introduisent par la boisson ou par les aliments, plus rarement par la peau; nous savons également que le plus grand nombre d'entre eux, peu importe la classe à laquelle ils appartiennent et les animaux qu'ils hantent, ne parcourent guère leur évolution sur un seul et même animal, dans un seul et même organe; qu'ils passent pour la plupart leur jeunesse dans une espèce, leur vieillesse dans une autre, et que ces transmigrations ne sont pas moins régulières que les émigrations des oiseaux.

Heureusement pour la science, nous avons traversé cette époque de doute sur l'origine et la nature exceptionnelle des Helminthes; les mots de *tempéraments vermineux* et bien d'autres semblables sont à tout jamais rayés du vocabulaire scientifique, même du vocabulaire médical, et l'histoire des papilles intestinales, qui se transforment en Ascarides ou en Ténias, est placée sur le même rang que l'histoire des anguilles qui naissent de la boue. On s'en souvient : les vers vésiculaires, pendant longtemps le refuge des partisans de la génération spontanée, étaient désignés sous les noms de Cys-

[1] Schlegel fait mention de cent et cinq espèces dans les Pays-Bas, en y comprenant les poissons d'eau douce.

Peyer compte cinquante et une espèces en Islande.

Sur les côtes ouest de la Scandinavie on a compté cent et quarante espèces, dont trente seulement pénètrent dans la Baltique, et sur ces trente il n'y en a réellement que vingt qui habitent cette mer.

ticerques, d'Acéphalocystes ou d'Hydatides, et comme ceux-ci ne possédaient pas d'organes sexuels, les sponteparistes en tiraient parti en faveur de leur préjugé; aujourd'hui tous ces vers ont pris définitivement leur place comme formes agames dans le groupe des Cestoïdes.

Chaque poisson héberge un monde à part, une faune qui lui est propre; c'est son mobilier, et ce mobilier est à peu près le même dans tous les individus du même âge. Le *Mustelus vulgaris* du fond de l'Adriatique nourrit les mêmes Cestoïdes que celui de la mer du Nord, et tel parasite se montre toujours isolé, pendant que tel autre existe toujours en abondance.

Quand on s'est livré pendant quelque temps à ce genre de recherches, on peut savoir à peu près d'avance, non-seulement quels sont les parasites que l'on va trouver dans tel ou tel animal, mais même quel est l'organe qui les loge et dans quelle proportion on doit les rencontrer.

Il est bien entendu que l'animal doit sortir des mains de la nature, qu'il n'a pas été tenu en captivité ni élevé en domesticité. Il faut qu'il ait conservé sa liberté de choix pour sa pâture comme pour son gîte, qu'il soit né à l'époque où sa première nourriture abonde, qu'il ait pu suivre, en un mot, sans contraindre ses goûts instinctifs, son développement naturel. Celui qui nourrit des parasites est, en général, plus près de son état physiologique que celui qui n'en a pas.

Nous n'avons jamais ouvert un turbot, jeune ou vieux, maigre ou gras, dont l'intestin et les cœcums pyloriques ne fussent littéralement obstrués de *Bothriocephalus punctatus*.

Chaque espèce a généralement ses parasites propres, et si l'on trouve parfois le même ver ou le même Crustacé sur des poissons différents, c'est qu'il existe entre eux des affinités de famille ou des analogies de régime.

Dans bien des cas les parasites viennent en aide au zoologiste pour le mettre à même de juger du degré de parenté des hôtes qui les hébergent. Nous en voyons un exemple remarquable dans le renard qui paraît si voisin du chien et du loup, et qui mange, comme eux, du lapin et du lièvre, sans jamais héberger le *Tenia serrata*. C'est en vain que l'on introduit chez lui des Cysticerques pisiformes; ils y périssent et sont évacués sans subir de changement. Le Turbot a toujours son intestin et ses cœcums pyloriques

farcis de son Bothriocéphale; la Barbue, en apparence si voisine du Turbot, n'en a jamais. Il est inutile de citer d'autres exemples.

Nous ne connaissons qu'un seul poisson de nos côtes sur lequel nous n'ayons pas trouvé de parasites, c'est l'*Atherina presbyter*.

En général, l'animal qui vit aux dépens d'un autre lui est inférieur sous le rapport de l'organisation et du rang qu'il occupe. Il y a cependant de nombreuses exceptions à cette règle. On voit, par exemple, des Crustacés sur des Crustacés ou sur des Acéphales et des Tuniciers; et des Mollusques, même des poissons sur des Échinodermes. Les Pinnothères vivent dans plusieurs Mollusques acéphales (*Mytilus, Pinna, Meleagrina*); un Isopode (*Hemioniscus*) vit sur des Balanes; l'Entoconcha vit sur les Synaptes; le *Cepon distortus* loge dans la cavité branchiale du *Gelasimus pugilator*, comme le Bopyre sur le Palemon; toute une catégorie de Crustacés habite exclusivement la cavité respiratoire des Tuniciers, l'antichambre de l'appareil digestif. MM. Hesse et Thorell se sont occupés, dans ces dernières années, de ces curieux parasites. L'*Artotrogus orbicularis* vit sur certains Doris; la *Doridicola agilis* sur la *Doris lugubris;* la Lœmippe sur la *Pennatula rubra;* la *Laura girardia* dans les tissus d'une Antipathe. Il y a un Crustacé, l'*Asterochœres Lilljeborgii,* qui vit dans un Échinoderme, l'*Echinaster sanguinolentus.* On trouve même chez les Crustacés un exemple fort remarquable de parasites sur un animal de la même classe et d'un rang supérieur. Les Liriopes, Isopodes parasites des Peltogasters (Cirrhipèdes), sont, à leur tour, parasites des Pagures; ces Pagures eux-mêmes habitent une coquille qui n'est pas leur propre demeure, et des Anémones ou des Hydractinies transforment parfois sa surface en un véritable parterre de fleurs.

On voit plus souvent le parasite, comme le commensal, hanter des animaux plus élevés qu'eux dans la hiérarchie zoologique. C'est ainsi que les Isopodes, les Cyames ou les Caprella fréquentent, comme les Lernéens et les Cirripèdes, des mammifères aquatiques, des tortues ou des poissons.

Chaque poisson qui en avale un autre s'introduit un certain nombre de parasites et il y a des vers qui s'accumulent en si grande abondance dans l'intestin

ou les cœcums pyloriques, que tout ce que le tube digestif renferme paraît vivant. On voit des milliers de petits Scolex dans chaque poisson osseux que l'on ouvre : un peu de mucosité, recueilli avec la pointe du scalpel et étendu sur le porte-objet du microscope, fait souvent l'effet d'un sac de sangsues qui se contractent ou s'étendent dans toutes les directions.

Il est presque inutile de faire remarquer que si chaque parasite choisit son hôte, il choisit en même temps l'organe dans lequel il se loge. Tous les appareils sans distinction peuvent être infestés : ainsi nous en voyons qui n'habitent que les fosses nasales; d'autres, l'œil, la peau, les branchies ou la cavité de la bouche; d'autres encore, les muscles ou le péritoine; d'autres enfin, les voies digestives avec ses dépendances ou l'appareil urinaire. D'après l'organe que les vers habitent, on peut dire généralement d'avance s'ils sont agames ou sexués, s'ils sont de transit ou s'ils sont chez eux. Les vers de transit sont toujours agames et ne se logent que dans des cavités closes.

Tout parasite vivant dans un poisson n'est pas nécessairement un parasite propre à lui, et il faudra une longue suite d'observations pour attribuer à chaque espèce les parasites qui lui appartiennent.

Nous croyons que le moment est venu d'étudier la clientèle de chaque poisson et de rechercher les rapports qui existent entre les animaux qui pénètrent dans l'économie comme pâture et ceux que l'on trouve installés en parasites soit à titre provisoire, soit à titre définitif.

Nous voyons, par plusieurs poissons, que les observations doivent être nombreuses et variées pour aboutir à un résultat; le hareng, par exemple, ne mange pas les mêmes Crustacés au sortir de l'œuf et à l'âge adulte, sur les côtes et dans les profondeurs de l'Océan; à quel moment est-il infesté? Pour le savoir, il faudra procéder à des visites domiciliaires avant qu'il quitte le littoral et immédiatement après son apparition à l'époque des amours. C'est le seul moyen de connaître sa clientèle. On verra plus loin, à l'article *Hareng*, que la fortune des pêcheurs peut dépendre de ces connaissances.

Du reste, un naturaliste est tenu de connaître les rapports qui tiennent les animaux entre eux, ou les faunes aux flores, et il ne peut ignorer qu'il existe une solidarité entre les divers êtres d'une contrée aussi bien qu'entre les

divers organes ou appareils d'un individu; dans l'un comme dans l'autre cas, il faut que tout soit proportionné en nombre, en volume et en mesure pour développer et conserver la vie. Ce n'est qu'à cette condition que l'ordre se maintient.

Chaque poisson qui est avalé introduit dans l'estomac de celui qui l'avale tout son mobilier vivant et mort, et à mesure que la chair se digère, les parasites se dégagent de leurs entraves et deviennent libres dans l'estomac du nouvel hôte; ces parasites changent simplement de train et passent d'un waggon à l'autre jusqu'à ce qu'ils arrivent à leur destination. Ceux qui s'égarent en route sont condamnés au célibat; il n'y a que ceux qui arrivent au terme de leur voyage qui pourvoient à la reproduction sexuelle.

Les vers et les crustacés que l'on trouve vivants sur la peau des poissons ne sont pas toujours des parasites; pour être parasite, il faut que l'on se nourrisse aux dépens d'un autre, et il y en a un certain nombre qui ne demandent à leur voisin qu'un gîte pour s'abriter, une place pour se rendre au lieu de leur destination. Des animaux qui s'associent pour vivre en commun et de manière que chacun pourvoie à son entretien ne sont pas des parasites, mais des *commensaux*.

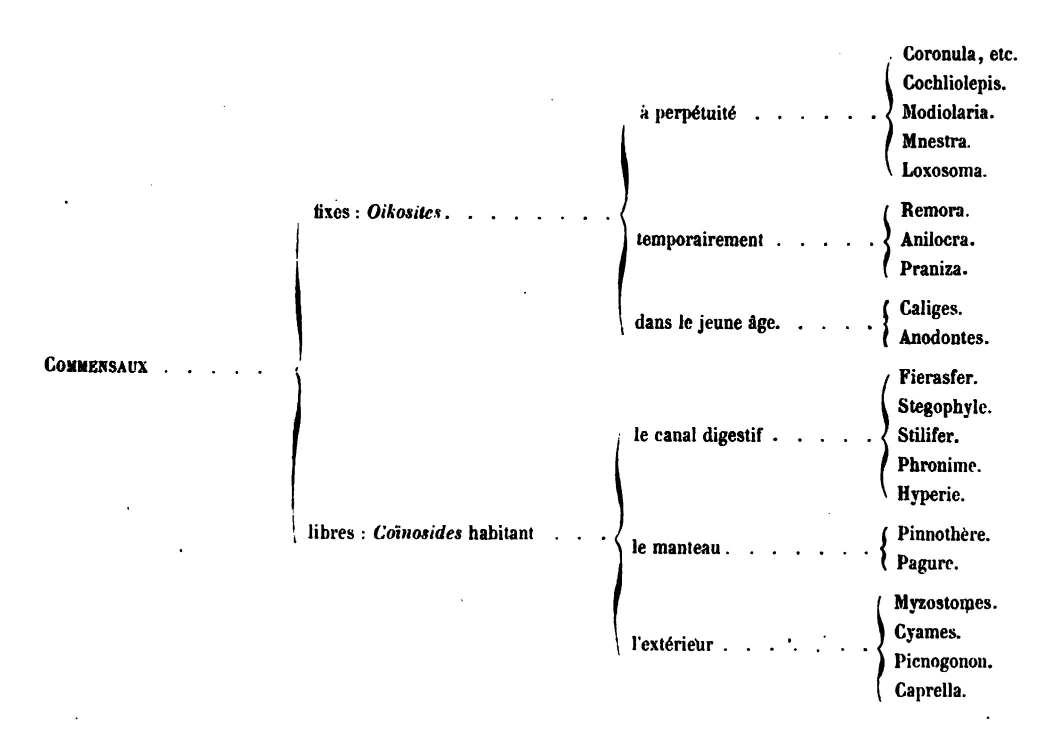
On peut répartir ces commensaux en diverses catégories; les uns sont *amarrés* dans le jeune âge à un bon voisin qui les lâche quand ils sont remorqués jusqu'au lieu de leur destination : tels sont les jeunes *Anodontes* et les jeunes *Caliges*. D'autres sont amarrés à toutes les époques de la vie, mais peuvent se démarrer à volonté. Ils conservent leur liberté tout en choisissant le moment de prendre place sur le corps du voisin : tels sont les *Echeneis Remora*. Enfin d'autres jouissent de toute leur liberté pendant le jeune âge et se colloquent pour toujours à une certaine époque de la vie; leur sort est attaché alors à celui de l'hôte qu'ils ont choisi : tels sont les Tubicinelles, les Coronules, etc., parmi les Cirripèdes, qui vivent sur les Cétacés et sur quelques poissons.

Mais il y a aussi des commensaux qui ne se fixent jamais, qui prennent place chez un voisin et ne renoncent jamais à leur liberté; ils logent dans le tube digestif soit à l'entrée, soit à la sortie comme les *Fierasfer*, les

Stilifer, les *Phronimes* et bien d'autres encore; ou bien ils se mettent sous le manteau de leur acolyte et font des sorties quand le moment leur paraît favorable, comme les *Pinnothères;* ou bien enfin ils se casent sur le corps d'un voisin et semblent ne chercher en lui qu'un simple protecteur, comme les *Myzostomes*, les *Cyames*, les *Picnogonon* et probablement les *Caprella.*

Les commensaux de la première catégorie portent sur eux les insignes de la servitude; ceux de la seconde catégorie ne présentent aucune modification qui les fasse reconnaître.

Nous résumons ces catégories de commensaux dans le tableau suivant :



Les *Oikosites* [1] s'installent chez un voisin, et, soit paresse, soit défaut de conformation, ils profitent de la souplesse de corps ou de la vigueur des nageoires de leur acolyte, pour voyager sans frais; ils ne demandent que le passage. Ils pourvoient par la pêche à leur propre entretien; ils ont une cabine à bord de leur hôte, mais pas la table; souvent ils se dépouillent

[1] De οικος, maison.

complétement de tout leur attirail de voyage, et leur physionomie change complétement après leur installation. Plusieurs perdent même les caractères de leur classe.

Les *Koinosites* [1] ne perdent pas leurs attributs d'animaux libres; ils font des visites intéressées chez le voisin et le quittent sans difficulté; souvent même ils forment avec eux une véritable association, dans laquelle chacun apporte, qui une bonne pince, qui une solide habitation, qui de bons yeux, et ils répartissent le butin d'après leur voracité.

Les parasites véritables ne peuvent vivre sans secours et se répartissent aussi en plusieurs catégories : il y en a également parmi eux qui restent libres pendant toute la vie; quand ils ont sucé le sang de leur victime, ils l'abandonnent et vont faire leur digestion au grand air; les sangsues, les puces et plusieurs autres Diptères sont dans ce cas.

D'autres sont libres seulement à l'époque de la maturité sexuelle; ils passent leur jeune âge dans les entrailles d'une victime qu'ils exploitent parfois jusqu'à la dernière goutte de sang : tels sont les Ichneumons qui déposent leurs œufs dans le corps d'une chenille vivante.

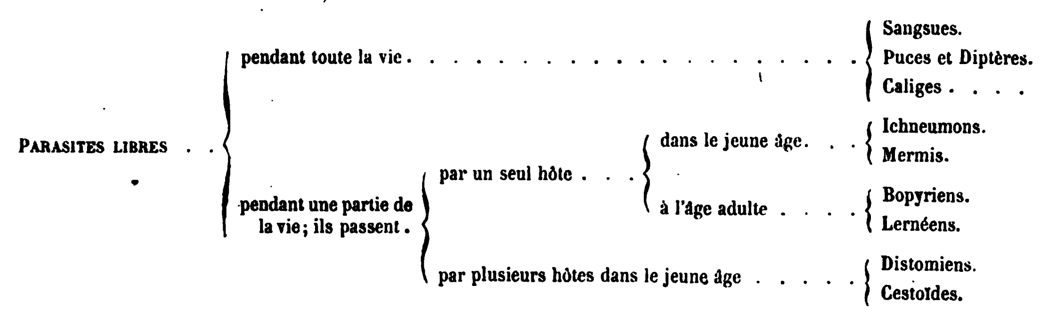
Le plus grand nombre sont libres au moment de l'éclosion; mais, à l'approche de la maturité sexuelle, ils s'installent dans un animal de leur choix et ne vivent plus que pour leur progéniture. Les crustacés Bopyriens ainsi que les nombreux Lernéens appartiennent à cette catégorie.

Enfin, il y en a qui éclosent librement dans l'eau, s'installent chez un hôte, non pour y passer le restant de leur vie, mais pour pénétrer avec lui dans un autre animal; ils transmigrent de l'un hôte à l'autre, comme nous passons d'un convoi à l'autre et sans mettre pied à terre; ils voyagent jusqu'au jour où ils arrivent à leur destination. Parvenus au terme de leur voyage, ils cessent d'être agames et se remplissent d'œufs.

Pendant cette période de vie errante, il y en a plusieurs qui engendrent par voie agame et sèment sur leur passage de jeunes générations, dont le sort est attaché à celui qui les héberge. Les Distomiens et plusieurs Cestoïdes appartiennent à cette dernière catégorie.

[1] De κοινωνός, associé.

Nous résumons ces divisions dans le tableau suivant :



Les parasites de cette première catégorie se contentent des vivres et ne se soucient pas du gîte; ils s'installent seulement pour un moment sur le corps du voisin, lui sucent le sang ou lui arrachent un lambeau de chair, et l'abandonnent pour recommencer plus tard. Ils conservent tous leurs organes de locomotion et ont toutes les allures des animaux libres. Nous proposons pour eux le nom de *Phagosites* [1]. Les Huridinées offrent généralement ce genre de vie. Au lieu de tuer leur victime, les *Phagosites* l'exploitent lentement, et quelquefois même lui rendent de véritables services que la médecine a mis à profit. Sous ce rapport les Hirudinées ne diffèrent entre elles que par le temps plus ou moins long qu'elles mettent à sucer leur voisin. Les *Phagosites* sont, en réalité, les habitués de l'hôtel, qui profitent seulement de la table d'hôte, tandis que d'autres ont en même temps le repas et la chambre.

Les autres parasites, qui ont en même temps la chambre et le logement, forment trois catégories essentielles :

1° Ceux qui voyagent pour arriver à leur destination, qui ont, comme des pèlerins, un objectif devant eux; ce sont les nombreux Scolex des Trématodes et des Cestodes, comprenant toute la série des vers vésiculaires; nous proposons de les désigner sous le nom de Xénosites [2]. Ce sont des parasites en *transit.* Ils sont toujours agames, se logent dans des organes clos comme le cerveau, les muscles ou les membranes séreuses; ils ne croissent plus une fois qu'ils sont introduits, et ils affectent les formes d'un kyste ordi-

[1] De φαγος, goulu, grand mangeur.
[2] De ξενος, étranger.

naire; ils attendent dans un état léthargique le jour de leur réveil dans l'estomac d'un nouvel hôte.

Ces vers sont quelquefois singulièrement mêlés dans l'estomac des poissons voraces; on voit souvent des poissons encore frais dans leur intérieur, et dans ces poissons frais, d'autres plus petits, qui venaient d'être avalés; de manière qu'après la digestion on se trouve en présence de Scolex de trois poissons différents, qui peuvent se trouver un instant après dans l'estomac d'un nouveau poisson. Le canal digestif peut être comparé, sous ce rapport, à un filtre qui retient les vers vivants, et dans lequel les parasites s'entassent souvent par milliers. Il n'y a guère de poisson dans lequel on ne trouve des milliers de Scolex vivants, grouillant dans les mucosités qui remplissent l'intestin et les cœcums pyloriques. Chaque poisson est une crèche vivante logeant des nourrissons dans toutes les cavités du tube digestif, et s'ils encombrent quelquefois la voie, ils n'y produisent aucun désordre. Les poissons qui ont la plus nombreuse clientèle ne sont pas ceux qui se portent le moins bien et qui ont le moins de chair.

Les vers agames, après avoir pénétré dans l'estomac d'un hôte qui n'est pas de leur choix, continuent généralement à vivre, mais sans se développer ultérieurement. Ils peuvent passer d'un estomac dans un autre, végéter ainsi pendant fort longtemps, mais sans évoluer complétement. Ils passent d'un hôtel à un autre, attendant patiemment que leur véhicule les conduise au port.

Ces vers agames, fort différents entre eux quant à leur nature spécifique, sont fort semblables les uns aux autres par leurs caractères internes et externes, aussi longtemps qu'ils ne sont pas sexués et qu'ils n'habitent point les poissons auxquels ils sont destinés. Il n'est pas toujours possible de déterminer l'espèce à laquelle ces formes agames appartiennent, et, en attendant qu'on découvre leur filiation, nous proposons pour eux le nom de *Cestoscolex* ou de *Tremascolex,* selon qu'il s'agit de Cestoïdes ou de Trématodes. Nous adoptons de la même manière le nom d'*Agamonema* proposé par Diesing, pour désigner les formes nématoïdes agames et indéterminables, au moins pour le moment. Les Agamonema sont, comme les Cestoscolex, excessivement répandus.

2° Ceux qui sont arrivés à leur destination et qui peuvent s'abandonner aux soins de la génération sont les *Nostosites* [1].

Arrivés au terme de leur voyage, ils prennent les attributs de leur sexe dans les organes les mieux appropriés. Les Xénosites n'habitent souvent que les organes éloignés semblables à des mansardes, tandis que les *Nostosites* s'installent dans les organes les mieux appropriés, j'allais dire les appartements les plus vastes et les plus commodes.

3° Ceux qui se sont égarés en chemin et qui errent sans espoir d'arriver au terme de leur voyage sont les *Planosites* [2].

Les Planosites ne quittent pas leur retraite. Les vers agames que l'on trouve dans des poissons voraces comme les Plagiostomes sont tous *Planosites;* ils n'ont guère de chance de passer avec leur hôte dans l'estomac de celui auquel ils sont destinés.

En divisant les poissons, comme on le faisait autrefois, en osseux et en cartilagineux, on voit dans chacune de ces divisions dominer une catégorie particulière. Dans les cartilagineux (les Plagiostomes), qui sont les carnassiers par excellence, il n'y a que des parasites Nostosites à l'intérieur; si l'on trouve des *Xénosites,* ce qui arrive quelquefois, ces vers sont égarés. On peut dire que le bateau sur lequel ils sont embarqués les conduit partout, mais sans faire escale nulle part. Ils voyagent sans sortir de leur cabine jusqu'à ce que le navire fasse naufrage. Les autres, les poissons osseux, au contraire, nourrissent toujours des Xénosites à côté des Nostosites : c'est qu'ils mangent tous des poissons plus petits qu'eux et servent en même temps de pâture à des poissons plus grands. Les poissons cartilagineux ne portent donc pas de Xénosites ou parasites de transit, tandis que les poissons osseux ont tous, dans le jeune âge surtout, les cœcums pyloriques et l'intestin farcis de Scolex Xénosites. Que l'on prenne un peu de mucosité de l'intestin d'un poisson quelconque et l'on ne peut manquer de reconnaître, à la présence ou à l'absence de ses Scolex, s'il est osseux ou cartilagineux. Les poissons d'eau

[1] De νοστος, retour.
[2] De πλαναω, égaré.

douce ne renferment jamais ces Scolex auxquels Müller avait donné le nom de *Scolex polymorphus*.

En faisant le relevé des divers parasites de nos poissons Plagiostomes, nous ne trouvons chez eux que quatre *Xénosites* : ce sont des Tétrarhynques enkystés sur le foie et qui appartiennent à trois espèces distinctes.

Les parasites les plus abondants chez les Plagiostomes sont les Cestoïdes? Les Crustacés viennent ensuite. Après ces deux groupes, ce sont les Trématodes, puis les Nématodes et, enfin, les Hirudinées.

Ce sont les Cestoïdes complets qui, pour le nombre, sont le mieux représentés chez les Plagiostomes.

Dans les poissons osseux ce sont les Trématodes qui abondent et, à une exception près, ils logent tous des *Xénosites*.

Les poissons que nous mentionnons sont au nombre de quatre-vingt-treize, parmi lesquels il y en a six que nous n'avons pas étudiés sous le rapport de leurs parasites, soit que nous ayons eu les poissons avant l'époque où cette étude nous intéressât, soit que nous n'ayons pu nous procurer des individus frais et assez bien conservés. Ces poissons, dont nous ne connaissons pas la clientèle, sont : *Ctenolabrus rupestris, Torpedo marmorata, Selache maxima, Hippocampus brevirostris, Platessa microcephala, Echeneis remora*.

Il est inutile de le faire remarquer, le travail que nous avons entrepris est une œuvre de longue haleine, et nous ne nous flattons aucunement d'avoir fait autre chose que de préparer quelques matériaux. Pour conduire à bonne fin cette entreprise, il faudrait une réunion de spécialistes, étudiant, l'un les Crustacés, l'autre les Mollusques, un troisième les Échinodermes ou les Polypes. Espérons qu'un jour une commission scientifique se chargera de l'exécution d'une semblable besogne. Du reste, ce travail est, de sa nature, susceptible d'être réparti entre plusieurs collaborateurs, puisque chaque animal peut faire l'objet d'une monographie de ce genre. Il est même rationnel que la connaissance de la faune des espèces précède celle d'un pays.

En communiquant ce mémoire, nous avons moins pour but de faire connaître des faits nouveaux, que de montrer une source presque inépuisable de recherches intéressantes, sans lesquelles la connaissance des faunes demeure

nécessairement incomplète. Comme chaque pays, chaque animal a ses habitants, qui en commensaux ou en parasites, en chevaliers d'industrie ou en paisibles pêcheurs, s'installent chez lui sans façon et n'accomplissent pas toujours paisiblement le rôle qui leur est assigné par la Providence.

Qu'il nous soit permis d'exposer la manière dont nous procédons dans ces recherches. Nous examinons d'abord le poisson sur toute la surface du corps, et, la loupe à la main, nous portons surtout notre attention sur certaines régions : les poissons Plagiostomes logent souvent des Lernéens à la base des nageoires, aux appendices sexuels, dans la cavité du cloaque ou des fosses nasales, tandis que les poissons osseux ont souvent des Caliges sur toute la surface du corps. Certains parasites, quoique de forte taille, comme l'Épidelle du Flétan qui a près d'un pouce de longueur, ne tombent guère sous les yeux, si on ne les cherche pas avec attention, à moins qu'on ne les ait déjà vus antérieurement.

Pour faire la pêche aux Crustacés parasites qui vivent habituellement sur les branchies, on peut suivre différentes méthodes : les grandes espèces se voient fort bien à l'œil nu ou à la loupe; mais pour les petites espèces, il faut enlever avec des ciseaux les lames branchiales l'une après l'autre, les étaler sur une plaque de verre et les examiner d'abord au microscope simple. Nous raclons ensuite la surface des branchies avec le tranchant du scalpel, pour rechercher ensuite au microscope composé, les Gyrodactyles ou autres Trématodes microscopiques que les mucosités abritent.

Nous ouvrons ensuite le tube digestif et les cœcums pyloriques qui renferment généralement des Cestoïdes que l'on voit à l'œil nu, des Distomes ou autres Trématodes que l'on ne voit bien qu'à la loupe, et des Scolex que l'on ne découvre guère qu'en plaçant, avec la pointe du scalpel, une partie du contenu sur le porte-objet du microscope. Pour mener l'observation à bonne fin, il convient d'observer successivement le contenu de l'intestin à l'œil nu, à la loupe, au microscope simple et au microscope composé.

On peut ensuite étudier les divers organes, surtout le péritoine autour des cœcums pyloriques et quelquefois même les muscles, pour découvrir les parasites de transit qui se retirent ordinairement dans des cavités closes.

Nous avons observé nous-mêmes tous les parasites que nous mentionnons;

nous les avons dessinés et conservés dans la liqueur; ceux que nous n'avons pas vus, et ils sont en petit nombre, sont indiqués d'après les sources où nous les avons trouvés signalés.

Nous n'avons à citer, parmi les auteurs qui nous ont précédé dans cette voie, que le savant Leeuwenhoek [1] à qui rien de ce qui a vie n'est resté étranger. Il s'est occupé un des premiers des poissons de mer et il n'a pas négligé de mentionner quelques vers qu'il a trouvés sur eux. Il a vu surtout les Cestodes du turbot, de la morue et de l'églefin; il les a comparés avec ceux de l'anguille et de l'homme, et il doit avoir connu les *Ligules* des Cyprins, puisque les poissons qui en hébergent sont connus sous le nom de *Riem-Brasem*. On désigne les *Ligules* sous le nom de *Riem*, courroie. Le savant observateur hollandais a vu également les œufs de ces Helminthes; mais il se borne, comme on le pense bien, à signaler les poissons sur lesquels ils se trouvent et à faire mention de leur semence.

Nous ne citerons pas les auteurs qui, comme Audubon, mademoiselle Sibylle de Merian et plusieurs autres encore, ont étudié les mammifères, les oiseaux ou les insectes au milieu des plantes et des animaux qui les entourent et avec lesquels ils conservent des rapports extérieurs; ce n'est pas tant l'ami et l'ennemi du dehors que nous avons pour but de faire connaître, que la population que chaque animal nourrit, qu'il aide ou qu'il soulage.

Cuvier, dans son *Histoire naturelle des poissons*, est entré dans les plus grands détails au sujet de chaque espèce; mais s'il décrit, avec le plus grand soin, les caractères extérieurs et la disposition des principaux viscères, il n'a pas songé à l'intérêt que peut offrir l'étude des parasites et des commensaux; il ne pouvait se douter du parti que l'on pourrait tirer un jour de cette étude au point de vue de la zoologie systématique. Du reste, à l'époque où il a écrit son *Histoire naturelle des poissons*, les vers, comme les Crustacés qui hantent les poissons, n'étaient pas assez connus pour mériter une mention.

Le livre qui renferme le plus de détails intéressants sur les poissons au point de vue qui nous occupe est celui de Fréd. Faber; il a pour titre :

[1] Ant. Van Leeuwenhoek, *Ontledingen en ontdekkingen*, 78e lettre, vol. III, p. 608, 1694.

Naturgeschichte der Fische Islands. L'auteur fait connaître la synonymie des poissons d'Islande, donne une courte description de chaque poisson, parle de son séjour, de sa nourriture, de sa reproduction, de sa pêche, de son utilité, des ennemis qui le recherchent spécialement, ainsi que des dommages qu'il peut causer.

Dans ces derniers temps, un naturaliste anglais a mis à profit les circonstances favorables dans lesquelles il s'est trouvé à l'entrée du canal de Saint-Georges, pour observer les diverses espèces de Crustacés qui forment la pâture du cabillaud et de quelques autres poissons. Il a reconnu dans la pâture du *Gadus morrhua* vingt-neuf espèces de Crustacés décapodes [1].

Les principaux livres dans lesquels il est fait mention des poissons qui hantent nos parages sont :

Guicciardin, Descrizione di tutti i Paesi Bassi.... in-fol. Anvers, 1567. Plantino, 1588. Il donne la liste des poissons de mer et d'eau douce que l'on trouvait de son temps dans l'Escaut; il parle de la pêche et surtout de la pêche des harengs [2].

Montanus, Addit. ad histor. Guicciard., in-fol. 1646.

Mann A.-T., Mémoire sur l'histoire naturelle de la mer du Nord et sur la pêche qui s'y fait, *Anc. Mém. de l'Acad. de Bruxelles*, t. II, p. 159.

Gronovius, Pisces Belgii, seu piscium in Belgio natantium et a se observatorum catalogus. Acta Societatis Upsaliensis, 1741. — Une traduction a paru dans *Uitgezogte Verhandelingen uit de nieuwste werken van de Societeiten der wetenschappen*. Amsterdam, 1757, 1ste deel, p. 145, complété plus tard par Gronovius, *ibid.*, p. 324.

[1] W. Langhrin, *Observations on the choice of food in the Cod and Ling. Journ. of the proceed. of the Linnaean Society*, 1862, *Zool.*, vol. VI, n° 24, p. 165.

[2] Guicciardin, après avoir parlé des poissons de mer qui entrent dans l'Escaut, ajoute : « par ce fleuve encore viennent de la mer : chiens de mer en abondance et d'un goût bon et excellent, et aussi gros et savoureux que les Marsouins, appelés par les Latins *Tustiones*. Ces deux sortes de poissons, ajoute-t-il, sont du genre de ceux qui ne font point d'œufs; aussi, engendrent-ils et produisent-ils leurs petits tout formés; mais les chiens de mer (phoques) les font en terre, les allaitent de leurs propres mamelles; ils ont du poil et le sang chaud. (Guicciardin, *La description des Pays-Bas*, traduction, page 17.)

» .... S'y trouvent encore des écrevisses (homards), cancres (crabes), fort estimés et prisés, et quelques huitres (mais elles y viennent de la mer) où l'on pourrait en pêcher grande quantité; mais, depuis vingt-cinq à trente ans ença que pour les froidures excessives les glaces furent grandes et durèrent longtemps, il semble qu'elles se perdirent, ou bien qu'elles s'éloignèrent de terre et peut être reviendront en quelque autre saison. Cependant nous servirons de celles qu'en leur temps on nous porte ordinairement d'Angleterre tous les mois esquels il y a un R. »

Gronovius, Pisces Belgii descriptio. Act. Soc. Upsal., 1742.

Gronovius, Museum ichtyologium.... Lugduni-Batavorum, 1754-1756.

Laur. Theod., Gronovii animalium in Belgio habitantium centuria prima. Acta Helvetica phys. mathem., vol. IV. Basileae, 1760.

Verhoeven, *G.-F.*, Gecroonde verhandeling, etc., antwoorde op de vraeg : « Aen te wyzen de soorten van visschen die het gemeyn voorwerp zyn van de vangst, zoo op de kusten als in de rivieren van Vlaenderen, de misbruyken die in die visschereyen in swang zyn, te kennen te geven, met de middelen om de zelve te verbeteren, » un vol. in-4°. Mechelen, 1780.

A. Bennet en G. Van Olivier, Naamlijst van Nederlandsche visschen. Verhandel. van de Hollandsche Maatschappij der wetenschappen, 1825, deel. XIII.

Fr. Faber, Naturgeschichte der Fische Islands, in-4°, Frankfurt A/M. 1829.

Yarrell, History of British fishes. London, 1841.

Edm. de Selys Longchamps, Faune belge. Liége, 1842.

Kesteloot, Toxicographie de quelques poissons et Crustacés de la mer du Nord, *Bull. de l'Acad. roy. de Bruxelles*, t. VIII, 2e part., p. 502.

1825, *Van Swinderen*, Initia faunæ Groninganæ. Uitgegeven door het Genootschap ter bevoordering der Natuurlijke Historie te Groningen, met drie vervolgen. Natuurk. Verhand. Holl. Maatschappij der wetenschappen te Haarlem, deel XV, part. 2.

H. Kröyer, Beidrag zur nordischen Ichtyologie.

H. Kröyer, Danmarksfiske, Bd. I-III. Copenhague, 1838-1853.

Van der Hoeven, Handboek der dierkunde. Amsterdam, 1849-1853.

A. Malm, Beskrifning över en för Skandinaviens fauna ny art of Slagtet Raia. Ofvers. of k. Vet.-Akad. forh. 13 mai 1857.

Schlegel, De dieren van Nederland, gewervelde dieren; visschen. Haarlem, 1862 (Natuurlijke historie van Nederland).

Couch, A History of the fishes of the British Islands, in-8°. London, 1862.

Preyer, Reise nach Island. Leipzig, 1862.

P. Harting, Leerboek van de grondbeginselen der Dierkunde. Tiel, 1863.

William Andreas, On the occurrence of merlangus albus, new to vrish Ichtyologus. Proceed. of the nat. hist. Soc. of Dublin, vol. IV, part. 1. Dublin, 1864, p. 9.

A.-A. Van Bemmelen, Lijst van visschen in Nederland waargenomen. Bouwstoffen voor eene fauna van Nederland. Th. III.

Malmgren, Kritische Uebersicht der Fisch-Fauna Finlands. Archiv. fr. Naturgeschichte..... 1864.

P. Olsson, Entozoen, Acta Universitatis Lundensis, 1867 et 1867-1868.

LES POISSONS

DES

COTES DE BELGIQUE,

LEURS

PARASITES ET LEURS COMMENSAUX.

PREMIÈRE CLASSE : PLAGIOSTOMES.

Les poissons Plagiostomes habitent dans toutes les mers, et le nombre s'en élève à peu près à deux cent cinquante. Ils sont évidemment, malgré l'infériorité de leur squelette, l'expression la plus élevée de cette classe. A ne consulter que leur organisation et leur genre de vie, ils peuvent disputer le pas même aux Batraciens. Nous ne serions pas éloigné de leur accorder le premier rang parmi les Anallantoïdiens. Par l'adhérence embryonnaire des placentas avec les parois de la matrice, ces poissons sont même plus voisins des mammifères qu'aucun autre groupe de vertébrés ovipares.

Les poissons Plagiostomes occupent tous une aire géographique fort étendue; habitant souvent en même temps la mer du Nord, la Manche, l'Atlantique et la Méditerranée, la plupart des espèces européennes peuvent se faire prendre dans nos parages. Il n'y en a que quelques-uns que l'on peut considérer comme propres au littoral de Belgique, et nous les citerons dans l'ordre de leur abondance. C'est d'abord la *Raia clavata,* puis la *Raia circularis*, la *Raia batis*, la *Raia rubus*, la *Squatina angelus*, le *Mustelus*

vulgaris, le *Spinax acanthias*, le *Galeus canis*, le *Scillium canicula* et le *Trigon pastinaca*. Nous n'avons que des espèces marines [1].

Tout le monde connaît la grande voracité de ces poissons; il n'y a que les Orques qui leur soient comparables sous ce rapport. Aussi trouve-t-on chez eux une clientèle très-variée, consistant particulièrement en poissons osseux et en Crustacés. On trouve souvent dans leur estomac des étoffes ou des habillements même que les matelots ont jetés par-dessus le bord. Leur gloutonnerie leur fait avaler les corps les plus étranges [2].

Les parasites qui hantent les poissons Plagiostomes sont très-variés, et on est à peu près sûr de deviner d'avance les espèces qui les visitent à l'extérieur et à l'intérieur. A la surface du corps, aux plis des nageoires comme autour du cloaque et dans les fentes branchiales, on rencontre régulièrement des Lernéens femelles adultes avec leurs mâles microscopiques. Dans l'intestin spiral se logent les plus beaux Cestodes, surtout des Tétrarhynques et des Phyllobothriens. Il est fort rare de trouver chez eux des vers Agames : Ces poissons n'hébergent généralement que des Nostosites, rarement des Planosites.

Comme plusieurs Cétacés, certains Squales logent également à la surface de leur corps des Cirrhipèdes qui leur sont propres et que l'on n'observe pas ailleurs. Dans le voisinage de Bergen, le *Spinax niger* montre ordinairement au milieu du dos un groupe d'*Alepas*.

[1] On sait que l'Afrique et l'Amérique ont des Plagiostomes fluviatiles à côté de Cétacés fluviatiles, qui remontent, les uns et les autres, assez loin les grands fleuves.

[2] Aug. Duméril cite, sous ce rapport, plusieurs exemples remarquables :

Un Squale, dont on ne dit pas le nom, fut ouvert sur la route de la Martinique, et le Dr Guyon trouva, dans son estomac, des débris de pantalon et une paire de souliers.

Le capitaine Basil Stall fait mention d'un Squale qui avait avalé, quelques heures avant qu'il fût pris, une peau de buffle jetée à la mer et, avec cette peau, on trouva des poules et des canards morts la nuit, que l'on avait jetés en même temps à la mer.

Brünnich fait mention d'un Squale de la Méditerranée de plus de cinq mètres de longueur, qui avait dans son estomac un homme recouvert de ses vêtements à côté de deux thons.

Au port Jackson on tira d'un *Prionodon leucas*, long de quatre mètres, huit gigots de mouton, un demi-jambon, les quartiers postérieurs d'un porc, les membres antérieurs d'un chien, la tête et le cou entouré d'une corde, cent trente-cinq kilos de viande de cheval, une racle de navire et un morceau de sac. (Aug. Duméril, *Histoire nat. des poissons*, vol. I, p. 143.)

SÉLACIENS.

SCILLIUM CANICULA, L.

En flamand : *Zeehond*[1]; en français : *Roussette*.

Ce Squale est un des plus communs de nos côtes, mais on en voit rarement qui approchent de la taille adulte. Nous en avons vu quelquefois d'un mètre de longueur. Il est également commun sur la côte de Portugal, d'après M. Barbosa du Bocage, et, là aussi, les individus de grande taille sont rares.

Nous avons pêché un jeune animal de six à sept pouces, mais qui n'avait dans l'estomac, ni pâture, ni parasites.

PATURE : *Pagurus bernhardus; Buccinum undatum,* opercules et pieds souvent non digérés; *Carcinus mœnas.*

NOSTOSITES.

PEAU : *Heterobdella Scyllii,* Van Ben. et Hesse[2], *Lerneopoda galei,* Kr., sur les appendices mâles[3]; *Coronilla scillicola,* Sp. nov.[4], pl. III, fig. 2-7.

ESTOMAC ET OESOPHAGE : *Coronilla scillicola,* en abondance quelquefois.

INTESTINS : *Anthobothrium musteli,* Van Ben.; *Calliobothrium leuckartii,* Van Ben.; *Acanthobothrium coronatum,* pl. VI, fig. 16; *Distoma lutea,* Sp. nov., pl. IV, fig. 9.

XÉNOSITES.

Nous n'avons trouvé sur eux aucun ver destiné à une autre espèce ni aucun parasite égaré.

Observations. — Dans quelques villes, comme à Bruges, on mange la chair de ce poisson; on le sale légèrement, puis on le fume.

[1] Les pêcheurs hollandais disent aussi *Hondshaai, Asschelhaai, Aschhaai, Haschhadi, Bonte Haai,* d'après Van Bemmelen; les pêcheurs de nos côtes donnent le nom de *Zeedog* au phoque.

[2] *Recherches sur les Bdellodes*, MÉM. DE L'ACAD. ROY. DE BELGIQUE, t. XXXIV, p. 43, pl. I, fig. 27-30.

[3] Van Beneden, *Ann. sc. nat.,* 3e sér., t. XVI, pl. V, fig. 1-13.

[4] Nous avons observé des individus des deux sexes encore attachés par la bouche à la peau du cloaque.

M. le Dr Mac Intosh a trouvé dans le foie de *Carcinus mœnas* des Nématodes agames qui nous paraissent être le jeune âge des Coronilla. (*Journal of Microscop. science,* vol. V, pl. VIII.)

CARCHARIAS (PRIONODON) GLAUCUS, L.

En flamand : *Bythaai* ou *Blaauwe haai*; en français : *Squale bleu.*

Sur les côtes de Portugal, c'est une espèce commune et de forte taille, dit M. du Bocage; il cite un individu de 2^m,38. Ce n'est que fort accidentellement que l'on observe ce poisson sur nos côtes. On en voit des exemplaires montés dans les cabinets de zoologie de Gand, de Liége et de Louvain [1].

On a pris en Islande des Squales de cette espèce, ou d'une espèce voisine, portant sur le corps l'*Echeneis remora* [2]. Nous avons reçu une queue du même poisson pêché près de Drontheim.

Steenstra Toussaint a donné une description détaillée de l'intestin de ce poisson. (*Tydschrift voor natuurlyke geschiedenis en Physiologie.* Leide, 1843, t. X, p. 103.)

Ce poisson est vivipare et atteint une forte taille [3].

PATURE. — Nous avons trouvé l'estomac des individus que nous avons eu en chair complétement vide.

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Pagodina robusta,* Van Ben. [4]; *Kroeyeria lineata,* Van Ben. [5]. — Ce *Kroeyeria lineata* habite le même poisson sur les côtes de Bretagne, d'après les observations de mon fils.

[1] Il y avait un grand exemplaire dans le cabinet de Paret, à Slykens. A Liége il y a un individu monté. Nous en avons également un complet à Louvain. Il est probable que ces individus viennent de nos côtes.

[2] Fred. Faber, *loc. cit.*, p. 20.

[3] Le 5 avril, dit le capitaine Cadou, du brick français *Sirius* (*Journal du Havre*), étant dans la baie de Cadix, un poisson monstre vint mordre à la ligne, mais sa grosseur énorme nous fit renoncer à tenter de l'embarquer à l'aide de notre seul hameçon. Il mesurait, en effet, plus de trois mètres de long et était gros comme une barrique. Enfin, un harpon bien lancé lui coupa les reins, et, à l'aide d'un nœud coulant et d'un caillorne, nous pûmes le mettre à bord. Lui ayant ouvert le ventre, à notre grande surprise, nous en vîmes sortir trente-deux petits en pleine vigueur et longs environ de soixante centimètres. Ce monstre avait deux ou trois suçons (*Echeneis remora*) dans les joues; il était suivi de six pilotes, dont un subit le sort du monstre, qui était un *peau-bleu* magnifique.

[4] Van Beneden, *Note sur un nouveau genre de Crustacé parasite,* BULL. DE L'ACAD. ROY. DE BELGIQUE, t. XX, n° 4, et Van Beneden, *Recherches sur les Crustacés....*, pl. XXVII.

[5] Van Beneden, *Notice sur un nouveau genre de la tribu des Caligiens*, BULL. DE L'ACAD. ROY. DE BELGIQUE, t. XX, n° 1, et *Mém. de l'Acad. royale de Belgique,* t. XXIII, pl. XXII (tirage à part), p. 148.

ESTOMAC ET INTESTINS [1] : *Tetrabothrium auriculatum; Bothriocephalus squali glauci; Ascaris rotundata.*

XÉNOSITES.

Nous n'avons trouvé aucun ver de cette catégorie.

PLANOSITES.

FOIE : *Tetrarchynchus megacephalus* (agame), Rud. [2], pl. VI, fig. 8, 9 et 15.

Observations. — Nous n'avons eu qu'une seule fois l'occasion d'observer ce poisson frais à Ostende. Il n'est pas rare sur la côte de Bretagne.

GALEUS CANIS.

En flamand : *Steenhaei*, gewoone *Roofhaai* des Hollandais [3];
en français : *Milandre.*

Cette espèce n'est pas rare à Ostende, et c'est elle qui acquiert sur nos côtes les plus grandes dimensions. On rencontre souvent ce poisson sur les marchés en Portugal, dit M. du Bocage.

PATURE : *Portunus holsatus; Pagurus bernhardus.*

NOSTOSITES.

PEAU : *Lerneopoda galei*, Kr., sur les nageoires pectorales. Nous avons trouvé sur le même poisson un individu sur chaque nageoire et un troisième dans le cloaque [4]; *Anthosoma...*

BRANCHIES : *Pandarus bicolor*, Leach [5], pl. I, fig. 3; *Kroeyeria lineata*, [6], *Pagodina robusta*, Van Ben. [7]; *Onchocotyle appendiculata*, Kuhn. [8].

[1] D'après Diesing, *Syst. helm.*, vol. II, p. 384.

[2] Ce même ver, ou une espèce voisine, a été trouvé sur les branchies et sur les parois d'un Sparoïde, dans la bouche du turbot et sur les parois de la cavité abdominale du *Squalus stellaris.* Dans cette situation le ver est errant (Planosite).

[3] D'après Van Bemmelen, on dit encore *De Ruwehaai*, *Jonashaai.*

[4] Van Beneden, *Ann. des sc. natur.*, 3me sér., t. XVI, pl. V, fig. 1-13, et *Recherches sur la faune littorale de Belgique. — Crustacés*, MÉM. DE L'ACAD. ROY. DE BELG., t. XXXIII, p. 153.

[5] Van Beneden, *Ann. des sc. natur.*, 3me sér., t. XVI, p. 94, et *Recherches sur la faune littorale de Belgique. — Crustacés*..... p. 148.

[6] Van Beneden, *Notice sur un nouveau genre de la tribu des Caligiens*, BULL. DE L'ACAD. ROY. DE BELG., t. XX, n° 1, et *Recherches sur les Crustacés*, MÉM. DE L'ACAD. ROY. DE BELG., t. XXXIII, p. 148, pl. XXII.

[7] Van Beneden, *Mémoire sur les vers intestinaux*, p. 54, pl. VI. Paris, 1858.

[8] Van Beneden, *Bull. de l'Acad.*, t. XX, n° 4, et *Recherches sur les Crustacés*, pl. XXVII.

Oviducte : *Proleptus gordioïdes*, Van Ben. [1], pl. III, fig. 10.

Bouche et estomac : *Tetrarchynchus lingualis*, Cuv., jeune et adulte, pl. VI, fig. 5.

Intestins : *Tetrarhynchus tenuis*, Van Ben., pl. VI, fig. 6, 20-22; *Tetrarhynchus megacephalus*, Rud., sur le foie, pl. VI, fig. 8, 9 et 15; *Onchobothrium uncinatum*, Rud.; *Anthobothrium cornucopia*, *Anthobothrium musteli*, *Anthobothrium giganteum*, Van Ben.; *Calliobothrium verticillatum*, Rud.

MUSTELUS VULGARIS, Mull. et Henle.

En flamand : *Haai, Taonhaai* des Hollandais [2]; en français : *Emissole commune*.

C'est le poisson Plagiostome le plus commun de nos côtes, après les Raies toutefois. On le prend surtout dans l'arrière-saison. On le fume quelquefois comme le hareng et on le mange également frit dans la poêle. C'est à Bruges surtout qu'on en fait une grande consommation.

Ce poisson habite aussi la Méditerranée et l'Adriatique; à Venise, M. C. von Siebold a observé sur ce poisson les mêmes vers que nous avons trouvés à Ostende.

Il est très-commun aussi sur les côtes de Portugal, dit M. du Bocage.

Pature : *Portunus holsaticus*, *Pagurus bernhardus*, *Nereis rubra*.

NOSTOSITES.

Peau : *Lerneopoda galei* [3].

Branchies : *Lerneonema musteli*, Van Ben. [4]; *Onchocotyle appendiculata* [5];

Œsophage et estomac : *Distoma megastoma*, fort commun, pl. IV, fig. 7; *Coronilla scillicola*.

Intestin : *Tetrarhynchus ruficollis*, Eysenh., = *longicollis*, Van Ben., pl. VI, fig. 7; *Tetrarhynchus tetrabothrium*, pl. VI, fig. 4, *Phyllobothrium lactuca*, *Anthobothrium cor-*

[1] Van Beneden, *Mémoire sur les vers intestinaux*, p. 269.

[2] Les pêcheurs hollandais disent encore *Gladde Haai* et *Asschelhaai* aux jeunes, d'après Van Bemmelen.

[3] Van Beneden, *Ann. des. sc. nat.*, 3me sér., t. XVI, pl. V, fig. 1-13, Bull. de l'Acad. roy. de Belg., t. XXVIII et *Recherches sur les Crustacés*, pl. XXIX.

[4] *Bull. de l'Acad. roy. de Belg.*, t. XVIII, 1re part., p. 290; *Ann. des sc. nat.*, pl. VI, fig. 11-12.

[5] Van Beneden, *Mémoire sur les vers intestinaux*, p. 54, pl. VI. Paris, 1858.

nucopia, Anthobothrium musteli, Calliobothrium Leuckartii, Calliobothrium Eschrichtii, Van Ben.; *Calliobothrium verticillatum*, Rud.; *Acanthobothrium uncinatum, Acanthobothrium coronatum*; pl. VI, fig. 16, *Distoma megastoma*, en masse.

XÉNOSITES.

Nous n'en avons pas trouvé.

SELACHE MAXIMA, Cuv.

En flamand : *Reuzenhaai ;* en français : *Squale pèlerin.*

Un jeune sujet de sept pieds de long a été pris, d'après Vrolik, sur la côte des Pays-Bas [1], et trois individus, embarrassés dans des filets de harengs dans la Manche, ont été remorqués dans le port de Dieppe en novembre 1810. Ce sont ces derniers qui ont fait le sujet d'un mémoire de Blainville sur le Squale pèlerin, et la peau montée est conservée dans les galeries du Muséum de Paris [2]. Il y en a un fort bel exemplaire au Musée de Bergen.

C'est le plus grand de tous les Plagiostomes et l'on peut dire de tous les poissons puisqu'on en cite de quarante pieds anglais (12^{m},16) [3].

Ce poisson habite régulièrement les côtes de l'Islande et le nord de la Norwége.

PATURE. — Blainville n'a trouvé dans son estomac que des mucosités et des cailloux; Pennant n'y a trouvé, d'après Blainville, que des plantes marines; il rapporte en même temps que les pêcheurs ont assuré à Günner n'avoir jamais trouvé dans son estomac que des *Oniscus*. Quoique plus grand, il n'est pas aussi vorace que le *Scimnus borealis*, dit Fr. Faber. C'est à tort, ajoute ce savant [4], que les naturalistes norwégiens n'accordent, comme pâture à ce poisson, que de petits animaux marins et des vers. Il admet plutôt avec Fabricius, dit-il, qu'il poursuit de petites baleines et des dauphins; mais comme il ne vit pas dans la profondeur de la mer, F. Faber en conclut qu'il ne se nourrit pas exclusivement de poisson. On le voit communément à la surface et il trahit sa présence par sa grande nageoire dorsale.

[1] *Bijdragen tot de natuurk. wetenschappen*, vol. I, p. 304.

[2] Blainville, *Mémoire sur le Squale pèlerin*, ANN. DU MUSÉUM D'HIST. NAT., t. XVIII, p. 112, pl. VI.

[3] *Proceed. Soc. nat. sc.*, t. IV, p. 202. Boston, 1853.

[4] Fréd. Faber, *Naturg. d. Fische Islands*, in-4°, p. 22. Frankfurt A/M., 1829.

OVIDUCTE : *Proleptus gordioïdes*, Van Ben. [1], pl. III, fig. 10.

BOUCHE ET ESTOMAC : *Tetrarchynchus lingualis*, Cuv., jeune et adulte, pl. VI, fig. 5.

INTESTINS : *Tetrarhynchus tenuis*, Van Ben., pl. VI, fig. 6, 20-22; *Tetrarhynchus megacephalus*, Rud., sur le foie, pl. VI, fig. 8, 9 et 15; *Onchobothrium uncinatum*, Rud.; *Anthobothrium cornucopia*, *Anthobothrium musteli*, *Anthobothrium giganteum*, Van Ben.; *Calliobothrium verticillatum*, Rud.

MUSTELUS VULGARIS, Mull. et Henle.

En flamand : *Haai*, *Taonhaai* des Hollandais [2]; en français : *Emissole commune*.

C'est le poisson Plagiostome le plus commun de nos côtes, après les Raies toutefois. On le prend surtout dans l'arrière-saison. On le fume quelquefois comme le hareng et on le mange également frit dans la poêle. C'est à Bruges surtout qu'on en fait une grande consommation.

Ce poisson habite aussi la Méditerranée et l'Adriatique; à Venise, M. C. von Siebold a observé sur ce poisson les mêmes vers que nous avons trouvés à Ostende.

Il est très-commun aussi sur les côtes de Portugal, dit M. du Bocage.

PATURE : *Portunus holsaticus*, *Pagurus bernhardus*, *Nereis rubra*.

NOSTOSITES.

PEAU : *Lerneopoda galei* [3].

BRANCHIES : *Lerneonema musteli*, Van Ben. [4]; *Onchocotyle appendiculata* [5];

ŒSOPHAGE ET ESTOMAC : *Distoma megastoma*, fort commun, pl. IV, fig. 7; *Coronilla scillicola*.

INTESTIN : *Tetrarhynchus ruficollis*, Eysenh., = *longicollis*, Van Ben., pl. VI, fig. 7; *Tetrarhynchus tetrabothrium*, pl. VI, fig. 4, *Phyllobothrium lactuca*, *Anthobothrium cor-*

[1] Van Beneden, *Mémoire sur les vers intestinaux*, p. 269.

[2] Les pêcheurs hollandais disent encore *Gladde Haai* et *Asschelhaai* aux jeunes, d'après Van Bemmelen.

[3] Van Beneden, *Ann. des. sc. nat.*, 3me sér., t. XVI, pl. V, fig. 1-13, BULL. DE L'ACAD. ROY. DE BELG., t. XXVIII et *Recherches sur les Crustacés*, pl. XXIX.

[4] *Bull. de l'Acad. roy. de Belg.*, t. XVIII, 1re part., p. 290; *Ann. des sc. nat.*, pl. VI, fig.

[5] Van Beneden, *Mémoire sur les vers intestinaux*, p. 54, pl. VI. Paris, 1858

nucopia, *Anthobothrium musteli*, *Calliobothrium Leuckartii*, Van Ben.; *Calliobothrium verticillatum*, Rud.; *Acanthobothrium* *bothrium coronatum*; pl. VI, fig. 16, *Distoma megastoma*, en

XÉNOSITES.

Nous n'en avons pas trouvé.

SELACHE MAXIMA, Cuv.

En flamand : *Reuzenhaai*; en français :

Un jeune sujet de sept pieds de long a été pris la côte des Pays-Bas [1], et trois individus, harengs dans la Manche, ont été remorqués novembre 1810. Ce sont ces derniers qui de Blainville sur le Squale pèlerin, et la peau galeries du Muséum de Paris [2]. Il y en a un Bergen.

C'est le plus grand de tous les Plagio poissons puisqu'on en cite de quarante

Ce poisson habite régulièrement les Norwége.

Pature. — Blainville n'a trouvé dans Pennant n'y a trouvé, d'après Blainville, temps que les pêcheurs ont assuré à G des *Oniscus*. Quoique plus grand, il Fr. Faber. C'est à tort, ajoute ce comme pâture à ce poisson, que avec Fabricius, dit-il, qu'il poursuit ne vit pas dans la profondeur exclusivement de poisson. On le par sa grande nageoire dorsale.

[1] *Bijdragen tot de natuurk.*

[2] Blainville, *Mémoire sur* pl. VI.

[3] *Proceed. Soc.*

[4] Fréd. Faber

Jusqu'à présent on n'a pas signalé de parasites de ce poisson; selon toute probabilité, on a négligé de les observer.

LAMNA CORNUBICA, Cuv.

En flamand : *Latour*, *Neushaai* des Hollandais; en français : le *Squale-nez*, *Lamie* ou *Touelle*.

Ce poisson est également bien connu des pêcheurs. On sale et l'on fume la chair. Il atteint jusqu'à six mètres de longueur. Les pêcheurs qui vont à la pêche de la morue en prennent de temps en temps. On le trouve à la fois au milieu de la mer du Nord, sur la côte d'Angleterre, sur la côte de Norwége et de Belgique, dans la Méditerranée, dans l'océan Atlantique, et l'on prétend même qu'il s'étend jusqu'à la côte du Japon.

C'est un poisson très-commun dans nos mers, dit M. du Bocage, et dont les individus de forte taille ne sont pas rares. Le Musée de Lisbonne possède un individu de $2^m,25$ [1].

Nous avons vu un fœtus de ce poisson au Musée de Bergen.

PATURE : *Poisson indéterminé* [2]; *Raia clavata; Halodactylus rubens.*

Dans l'estomac d'un individu de six pieds, M. Couch a trouvé les poissons suivants :

Acanthias vulgaris.
Conger vulgaris.
Trigla gurnardus.

Chacun d'eux était mordu au milieu du corps.

Dans un autre, M. Couch a trouvé :

Scomber scombrus.
Gorfisch, un demi.
Clupea harengus, en quantité et complets.

[1] *Peixes plagiostomos*, p. 12. Lisboa, 1866.

[2] Nous avons trouvé des vertèbres d'un poisson osseux, très-remarquables par la division du corps en deux moitiés égales; nous n'avons pu le déterminer encore.

Dans l'estomac d'un autre encore :

Solea vulgaris.
Gadus morrhua.
Portunus holsatus.
Trachinus viva.

NOSTOSITES.

PEAU : *Anthosoma Smithii.*

INTESTINS : *Tetrabothrium maculatum,* Olsson [1]; *Anthobothrium cornucopia* [2]; *Phyllobothrium...*

Observations. — Un individu très-frais, long de six pieds, pris par les pêcheurs d'Ostende, au mois de septembre dernier, ne contenait d'autre parasite que trois *Phyllobothrium* dans l'intestin. L'estomac était vide.

SPINAX ACANTHIAS, L.

En flamand : *Spoorhaei, Speerhaei;* en hollandais : *Doornhaai;*
en français : *Aiguillat.*

Vers la fin de l'été on trouve régulièrement ce poisson sur nos côtes, et souvent en grand nombre. Il suit surtout les bancs de harengs.

Une espèce placée dans le même genre, le *Spinax niger,* Bonap., est assez commun sur la côte de Norwége, et porte régulièrement sur le dos ou sur les flancs des Cirrhipèdes du genre *Alepas.*

On le trouve sur la côte de Portugal où il atteint $0^{m},70$ et $0^{m},71$. Nous ignorons s'il y porte également des *Alepas.*

PATURE : Ce poisson est vorace et se nourrit surtout de poisson. Sur la côte de Norwége il poursuit le hareng et les jeunes gades. Nous avons trouvé dans son estomac les espèces suivantes : *Platessa vulgaris; Clupea sprattus,* jeune; *Sepia officinalis; Octopus vulgaris; Pagurus bernhardus; Aphrodita aculeata; Arenicola piscatorius; Echiurus vulgaris; Ophiolepis ciliata,* Mull. et Henle.; *Tubularia calamaris,* Pallas.

[1] Ollson, *Entozoa,* pl. I, fig. 5-13. Lund, 1867.
[2] *Idem.*

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Eudactylina acuta*, Van Ben. [1]; *Lerneopoda obesa*, Kr.

ESTOMAC ET INTESTINS : *Tetrarhynchus tetrabothrium*, commun [2], pl. VI, fig. 4 et 18, *Phyllobothrium brassica*, *Phyllobothrium lactuca*, Van Ben.

Observations. — Nous avons trouvé des *Tetrarhynchus tetrabothrium* à l'état de Scolex dans l'estomac et dans l'intestin; ils provenaient probablement de la dernière pâture, et ils n'avaient pas eu le temps de se sexuer.

M. P. Olsson a trouvé dans le *Spinax niger* un *Tetrabothrium* nouveau auquel il a donné le nom de *T. norvegicum* (fig. 55-61).

SCIMNUS BOREALIS, Fleming.

En flamand : *Aepekalle;* en hollandais : *Haekalle;* en français : *Leiche.*

Ce poisson est parfaitement connu de tous les pêcheurs, qui aiment bien à en prendre pour la grande quantité d'huile que renferme le foie. Cette huile est fort estimée. On cloue habituellement la queue de ce poisson sur chaque baril qui en renferme un foie. Cette queue sert d'estampille; c'est du moins l'usage à Ostende.

La colonne vertébrale de ce poisson reste à l'état cartilagineux pendant toute la vie, et on ne trouve aucune partie solide après qu'on a mis l'animal en macération. On ne peut rien conserver du squelette par la dessiccation. C'est le seul poisson Plagiostome de nos côtes qui soit dans ce cas.

C'est le Squale des régions du Nord, et l'on peut dire que c'est le plus polaire. Il se tient autour de l'Islande et visite régulièrement le Finmark. Il aime, dit Fr. Faber, les grandes profondeurs de la mer. On le trouve toujours seul.

Nous en avons vu au Musée de Bergen. Le Musée de Louvain en possède

[1] *Bull. de l'Acad. roy. de Belg.*, t. XX, n° 2, et *Recherches sur la faune littorale... Crustacés*, p. 150, pl. XXV.

[2] M. P. Ollson a trouvé ce même ver dans le même poisson sur la côte de Norwége.

trois exemplaires qui ont été pris par les pêcheurs d'Ostende et d'Anvers.

Toutes les figures qui nous ont été données de ce poisson, même celle de Jon. Couch (*Hist. of fishes of the Brit. Islands,* 1864), sont fort mauvaises. Ainsi Jon. Couch représente la nageoire pectorale presque au milieu du ventre, au lieu de la placer immédiatement derrière les fentes branchiales. Sa figure ne porte pas de traces non plus des évents qui sont situés au-dessus et un peu en arrière des yeux.

Pature : C'est le plus vorace des squales vivant autour de l'Islande. Il arrache au passage des lambeaux de chair aux baleines; il happe les oiseaux plongeurs et il est le plus grand ennemi des phoques, dit Fréd. Faber qui a trouvé dans leur estomac l'*Uria troile* et l'*Alca torda.* Dans l'estomac d'un poisson de quatorze pieds, Fr. Faber a trouvé un phoque (*Phoca variegata*) entier, huit grands cabillauds, un *Gadus molva* de quatre pieds, une tête de flétan et plusieurs morceaux de lard de baleine [1].

Nous avons trouvé dans l'estomac d'un des trois poissons que nous avons eu l'occasion de disséquer, trois cabillauds entiers. Nous avons trouvé en outre trois Crustacés amphipodes d'une taille gigantesque, appartenant au genre *Lysianassa,* et dont M. Lilljeborg a fait récemment le genre *Eurytenes.* Nous ne pouvons croire que ce Crustacé soit identique avec celui que d'Orbigny a recueilli dans l'estomac d'un poisson au cap Horn, et qui se trouve dans la collection qu'il a déposée au Muséum d'histoire naturelle de Paris. La description que M. Milne-Edwards donne de ce Crustacé, qu'il désigne sous le nom de *Lysianassa magellanica,* ne correspond pas exactement avec les caractères de notre Crustacé, tandis que nous ne voyons aucune différence avec l'Amphipode que M. Th. Fries a rapporté du Finmark et qui a été également recueilli dans l'estomac d'un *Scimnus borealis* par un pêcheur de Hamerfest, près de *Beeren-Island* [2]. Nous proposons pour cet Amphipode le nom de *Eurytenes Friesii.*

Cet Amphipode a été avalé probablement avec l'un ou l'autre poisson sur lequel il vit.

NOSTOSITES.

Sur le globe de l'oeil : *Lerneopoda elongata,* Grant [3].

[1] Fr. Faber, *loc. cit.*, p. 25.

[2] M. Edwards, *Ann. des sc. nat.*, 3me sér., vol. IX, 1848, p. 398. — W. Lilljeborg, *On the Lysianassa magellanica,* Trans. of the scient. Soc. at Upsala, 3d ser. Upsal, 1865.

[3] Grant, *On the structure and characters Lerneopoda elongata,* Edinb. Journ. of Science, vol. VII, pl. II. — Sowerby, *An account of the artic regions,* pl. XV, fig. 5. — MM. Turner et Wilson ont eu l'occasion d'examiner trois *Lerneopoda elongata,* pris sur l'œil du *Scimmus borealis* dans Ponds Bay, Davis'strait, en été, 1861. Des deux yeux rapportés, l'un en avait deux, l'autre un. *Observations of the parasitie Crustacea, Chondracanthus lophii* et *Lerneopoda Dalmanni,*

PEAU : *Alepas* (*Anelasma*, Darw.) *squalicola*, Lovèn [1]. — Ce Cirrhipède s'enfonce dans les chairs, et on ne l'aperçoit que quand on a entamé la peau et les muscles. On en trouve toujours deux réunis.

BRANCHIES : *Dinemoura elongata* [2], *Onchocotyle borealis*, Van Ben. [3]; *Caprella obesa*.

INTESTINS : *Anthobothrium perfectum*, Van Ben. [4]; *Ascaris*...

PLANOSITES.

Tetrarhynchus megacephalus, Rud., pl. VI, fig. 8, 9 et 15 [5].

SQUATINA ANGELUS, Cuv.

En flamand : *Zeeduyvel, Bergelote, Speelman;* en hollandais : *Zee-engel, Schoorhaai;* en français : *Ange de mer.*

C'est le seul poisson Plagiostome que l'on mange dans l'intérieur de pays. C'est à Louvain qu'il se vend le mieux. La chair est fade et sèche. On en prend de toutes les grandeurs et dans toutes les saisons, mais particulièrement en été.

Il s'étend jusqu'à la côte de Portugal où il est fort commun et pénètre dans la Méditerranée. Le plus grand, dit M. du Bocage, atteint 1^{m},50.

by M. Turner and H. Wilson, TRANS. ROY. SOC. EDINB., vol. XXIII. — Dans les instructions données par l'Académie de médecine à M. P. Guémard, on trouve le passage suivant qui se rapporte à cette espèce :

« Le *requin du Groënland* a dans ses muscles une irritabilité qui n'est pas moins étonnante. » Trois jours après que l'animal a été dépecé par tronçons, les fibres charnues sont encore » agitées. Cet animal, du reste, porte à ses yeux un appendice qu'on ne voit qu'à lui. C'est une » sorte de tige qui, unique d'abord, se divise en deux filets et pend sur les joues; cet appendice » semble émousser le sens de la vue. A l'approche de l'homme, cet animal ne fait aucun mou- » vement, et les matelots le croient aveugle : il n'en est que plus aisé à surprendre. Serait-ce, » avec les dispositions de ses mâchoires, un frein mis à sa voracité par la nature? » Cet appendice n'est autre chose que le *Lerneopoda elongata.*

[1] Lovèn, *Vetensk. Acad. förh.*, vol. I, p. 192, pl. III; 1844. — Koren et Danielsen, *Nyt magazin for naturvidenskaberne*, vol. V, p. 262. Christiana, 1848. *Isis*, Heft III, 1848.

[2] *Recherches sur la faune littor..... Crustacés*, p. 149, pl. XXIV, et *Bull. de l'Acad. roy. de Belg.*, t. XXIV, n° 2. — Nous avons trouvé des *Caprella obesa* au milieu des Dinemoures.

[3] *Espèce nouvelle du genre Onchocotyle*, BULL. DE L'ACAD. ROY. DE BELG., t. XX, n° 9, avec une planche.

[4] *Bull. de l'Acad. roy. de Belg.*, t. XX, n° 6, pl. I, et *Vers intestin.*, p. 125.

[5] *Ibid.*, pl. II.

Ce poisson a été l'objet d'une étude anatomique [1].

PATURE : *Clupea sprattus; Merlangus vulgaris; Trigla hirundo; Sepia officinalis; Gobius minutus.*

NOSTOSITES.

PEAU : *Pseudocotyle squatinæ*, Van Ben. et Hesse [2].

BRANCHIES : *Eudactylina acuta*, Van Ben. [3].

INTESTINS : *Phyllobothrium thridax, Acanthobothrium coronatum*, pl. VI, fig. 16, *Calliobothrium verticillatum, Tetrarhynchus minutus*, Van Ben. [4], pl. VI, fig. 1, 2 et 19; *Ascaris*... [5]. — Nous pensons que le Scolex du *Tetrarhynchus minutus* vit sur la *Sepia officinalis.*

Observations. — Nous avons eu souvent l'occasion d'étudier ce poisson encore vivant et immédiatement après sa prise. C'est ce qui nous a permis de voir non-seulement sa proie encore fraîche, mais la proie de la proie. Ainsi il nous est arrivé de voir dans l'estomac d'un merlan pris par le squatine-ange, des *Gobius minutus*, et, dans l'estomac des *Gobius*, des Crustacés, parmi lesquels nous avons reconnu l'*Arpacticus chelifer*. Cette observation doit mettre le naturaliste sur ses gardes de ne pas prendre pour proie du poisson tout ce qui se trouve dans son estomac. Le *Gobius minutus* n'est pas la proie des squatines-anges, mais du *Merlangus vulgaris*, comme l'*Arpacticus* que l'on pouvait rencontrer libre dans l'estomac de l'ange et du merlan est seulement la proie du *Gobius*. Mais on comprend aussi par là avec quelle rapidité les Scolex peuvent s'accumuler dans l'intestin, puisque chaque individu avalé en renferme plusieurs qui deviennent libres immédiatement après leur entrée.

Un jeune individu d'un pied de long, encore vivant, avait des restes de Crustacés indéterminables dans l'estomac, des *Phyllobothrium thridax*

[1] H. Boursse Wils, *Dissert. med. inaug. contin. Observationes quasdam anatomicas comparatas de Squatina lævi*, in-8°. Lugduni Batavorum, 1844.

[2] *Recherches sur les Bdellodes*, quatrième appendice (1864), pl. XVII.

[3] BULLET. DE L'ACAD. ROY. DE BELG., t. XX, n° 2, *Recherches sur les Crustacés*, pl. XXV.

[4] Van Beneden, *Mémoire sur les vers Cestoïdes*, p. 157, pl. XX.

[5] C'est un ver introduit avec la proie et qui n'est pas propre, pensons-nous, au Squatine; c'est un ver erratique.

adultes dans l'intestin, à côté d'individus de tout âge, depuis l'état de Scolex, qui n'avaient pas la taille d'une Bothridie, jusqu'à la taille de *Proglottis,* qui dépassaient des Strobiles en longueur. On voit distinctement les Scolex croître tout en devenant Strobiles, et les Proglottis grandir après leur séparation. On voit des Scolex, à peine plus grands que les œufs d'où ils sortent, à côté de Strobiles de toutes les grandeurs et de Proglottis vingt fois plus grands que ceux-ci. On ne peut voir d'exemple plus frappant de l'individualité des segments de Cestoïdes.

Celui qui veut se convaincre de l'individualité des Proglottis dans les vers Cestoïdes n'a qu'à voir ces parasites en place, se débattant dans les mucosités intestinales comme des Planaires dans l'eau douce ou dans l'eau de mer. Il a sous les yeux des Proglottis libres, de toutes les grandeurs, et qui continuent à croître après leur séparation.

Dans l'estomac d'un autre individu encore vivant, nous avons trouvé des merlans à peine avalés, et qui, à leur tour, venaient de prendre des Crangons qui n'avaient pas dépassé la cavité de la bouche. Dans l'estomac des merlans il y avait également des *Gobius minutus* encore assez bien conservés. Les merlans, comme les Gobius, avaient leurs intestins pleins de Scolex de Cestoïdes se débattant au milieu de Crustacés du genre *Arcpacticus.*

Dans un poisson de grande taille, nous trouvons, au mois de mai, des poissons entiers dans l'estomac à côté de becs et de cristallins de *Sepia officinalis.* L'intestin est rempli de *Phyllobothrium thridax,* de toutes les grandeurs, à côté desquels on voit un grand nombre de *Tetrarhynchus minutus* et un Ascaris..... mort.

TRIGON PASTINACA, L.

En flamand : *Pylstoortrogge ;* en français : *la Pastenague commune.*

Ce poisson n'est pas rare, mais il est difficile de l'avoir complet. Les pêcheurs redoutent avec raison son piquant dangereux qu'il darde avec une agilité extraordinaire. Nous avons vu ce poisson vivant manœuvrer avec une adresse remarquable son effroyable dard. Les pêcheurs lui coupent ordinairement son piquant ou amputent même toute la queue. La chair est moins estimée que celle des raies; elle est toujours plus rouge.

Pature : *Crangon vulgaris; Nereis pelagica* [1]; *Halodactylus diaphanus.*

NOSTOSITES.

Narines : *Lerneopoda galei*, Kr. [2]; *Brachiella pastinacæ*, Van Ben. [3].

Branchies : *Ergasilina robusta* [4], *Brachiella pastinacæ*, Van Ben.

Intestins : *Echinobothrium typus; Echeneibothrium dubium, Echeneibothrium minimum*, Van Ben. [5]; *Onchobotrium uncinatum*, Rud.; *Phyllobothrium auricula*, Van Ben.

Observations. — Deux individus de taille moyenne, visités le 1er juin, avaient l'estomac vide, sauf la queue d'un *Crangon vulgaris,* et, dans la cavité de la bouche, se trouvait une colonie d'Halodactyles. Dans les narines était logé un *Brachiella pastinacae* avec des ovisacs complets; et sur les branchies vivaient trois *Ergasilina robusta.* Un autre parasite fort petit, peut-être le mâle des Ergasilines, était à côté sur les branchies.

Dans l'estomac d'un individu ouvert au mois de septembre, il n'y avait que des *Crangons vulgaris.*

TORPEDO MARMORATA.

En français : *Torpille.*

Un exemplaire, pris par les pêcheurs de Blankenberghe, est au cabinet de l'Université de Gand.

Nous n'avons pas eu l'occasion de l'étudier pour connaître sa pâture et ses parasites. Nous devons donc nous en rapporter à ceux qui ont eu l'avantage d'en visiter.

[1] Baster, *Nat. Uits.*, t. II, p. 47, pl. VI, fig. VI, A-D.

[2] *Ann. des sc. nat.*, 3e sér., t. XVI, pl. V, fig. 1-13, et *Recherches sur la faune littor. Crustacés*, p. 153.

[3] *Ann. des sc. nat.*, 3e sér., t. XVI, pl. IV, fig. 8-9, *Recherches..... Crustacés*, p. 153.

[4] *Ann. des sc. nat.*, 3e sér., t. XVI, p. 97, pl. III, fig. 1-2, *Recherches..... Crustacés*, p. 149.

[5] Par milliers de Strobila et de Proglottis depuis le premier jusqu'au dernier compartiment.

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Branchellion torpedinis* [1].

Diesing donne la liste suivante [2] :

PEAU : *Pontobdella spinulosa; Pontobdella verrucata.*

ESTOMAC ET INTESTINS : *Distomum appendiculatum; Tetrabothrium auriculatum; Onchobothrium coronatum; Ascaris torpedinis; Scolex polymorphus* [3].

RAIA BATIS, L.

En flamand : *Vloot* et *Schaete;* en hollandais : *Vleet;*
en français : *Raie blanche.*

C'est l'espèce qui atteint la plus forte taille : on en a vu de deux mètres de long et du poids de cent livres.

On en trouve sur la côte de Norwége, au nord dans l'océan Atlantique et jusque sur la côte de l'Amérique du Nord [4]. On en voit souvent d'une très-grande taille sur la côte de Bretagne où on la désigne sous le nom de Travan :

PATURE : Ce poisson dévore tout. — *Callionymus lyra; Gadus morrhua*, jeune; *Gadus æglefinus; Merlangus vulgaris; Platessa vulgaris; Portunus holsatus; Loligo vulgaris; Solen ensis.*

NOSTOSITES.

PEAU : *Caligus.* — Rare.

FOSSES NASALES : *Lerneopoda Dalmanni* [5]. — Nous avons trouvé plusieurs fois deux individus dans une seule fosse nasale.

BRANCHIES : *Onchocotyle appendiculata* Kuhn, d'après M. F. Olsson sur la côte de Norwége.

CLOAQUE : *Callicotyle Kroeyerii,* Diesing.

[1] De Quatrefages, *Mémoire sur le Branchellion de d'Orbigny*, COMPTES RENDUS DE L'ACAD. DES SCIENCES, décembre 1852, p. 809. *Ann. des Scienc. natur.*, t. XVIII, p. 279; 1852.

[2] *System. helminth.*, vol. II, p. 385.

[3] C'est un Planosite très-rare dans ce groupe.

[4] Jeff. Wyman, *Observat. on the development of Raia batis*, MEM. AMERICAN ACADEMY, vol. IV, p. 31. *Ann. nat. hist.*, novembre 1864, p. 399.

[5] Turner and Wilson, *On the structure of Lerneopoda Dalmanni with obs. on its larve-form*, TRANSACT. OF THE ROY. SOC. OF EDINBURG, vol. XXIII, part. 1, for the session 1861-1862.

OEsophage : *Distoma cestoïdes*, Éd. Van Ben. [1], pl. VI, fig. 9, *Coronilla minuta*, Sp. nov.

Intestins : *Tetrarhynchus erinaceus*, Van Ben. [2], pl. VI, fig. 3 ; plusieurs *Strobila* complets et adultes; *Tetrarhynchus lingualis*, Cuv. [3]; *Echeneibothrium variabile*, Van Ben.; *Acanthobothrium coronatum*, Rud. [4]. Pl. VI, fig. 16 ; *Onchobothrium uncinatum; Phyllobothrium thridax*, *Phyllobothrium lactuca*, Van Ben.

PLANOSITES.

Tetrarhynchus. — Enkysté dans le péritoine.

RAIA RUBUS, L.

En flamand : *Keilrogge*, ou quelquefois par corruption *Koey-rogge ;* en français : *Raie ronce.*

C'est une grande raie qui n'est jamais aussi abondante que la raie bouclée ou la raie lisse.

Les appendices des mâles sont énormes. J. Muller et Henle l'ont confondue avec la *Raia clavata.*

Pature : *Clupea harengus; Ammodytes tobianus; Crangon vulgaris.*

NOSTOSITES.

Peau : *Pontobdella muricata.* — Cette Hirudinée ne s'observe que fort rarement.

Estomac : *Coronilla minuta,* Van Ben. — Ce ver se tient fortement attaché par la tête aux parois de l'œsophage; la tête est généralement mutilée quand on l'arrache de force.

Intestins : *Echeneibothrium variabile*, *Phyllobothrium fallax*, *Acanthobothrium Dujardinii*, *Tetrarhynchus erinaceus*, Van Ben. [5].

[1] Ce ver a été trouvé par mon fils. Il est fort remarquable par sa taille. On dirait un fragment de Cestoïde. Il a plus d'un pouce de longueur. Creplin (*Ersch und Grube*, *Allg. Encyklopaedie*, 1 Sekt, 29ster Theil, 1837, et *Wiegmann's archiv.*, pl. IX; 1842) a trouvé le *Distomum veliporum* sur le *Squalus griseus*, et ce Distome atteint trois pouces. Nous en avons signalé un plus grand encore, le géant de sa famille, habitant le foie d'une *Balænoptera rostrata*. *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 2e sér., t. V, n° 7. Dans le *Scymnodon ringens*, Bocage et Capello, des côtes de Portugal, mon fils a trouvé également un grand Distome qui habitait les fosses nasales (*Distoma ligula*, Sp. n.).

[2] M. P. Olsson l'a trouvé également dans cette Raie sur la côte de Norwége.

[3] Nous en avons vu jusqu'à quarante à la fois, tous adultes, dans un seul poisson.

[4] M. P. Olsson a trouvé ce même ver dans le même poisson sur les côtes de Norwége.

[5] Nous avons vu ce ver agame également dans la cavité de la bouche de la Baudroie (*Lophius*

RAIA CIRCULARIS, Couch. [1].

En flamand : *Gladdertije*, *Zandrogge*, *Gladderog*; en français : *Raie lisse.*

C'est la raie la plus estimée pour la chair.

PATURE. — Dans le jeune âge : *Gammarus pulex; Cetochilus septentrionalis; Leucon cercaria* [2]. — Chez les adultes : *Pagurus bernhardus; Portunus holsatus; Aphrodites aculeata.*

NOSTOSITES.

PEAU : *Pontobdella muricata* [3].

ESTOMAC : *Coronilla robusta* [4], pl. III, fig. 2-7.

INTESTINS ; *Echeneibothrium minimum, Echeneibothrium variabile,* Van Ben.

RAIA CLAVATA, L.

En flamand : *Rogge* [5]; en français : *Raie bouclée.*

C'est la raie la plus commune. Elle se distingue par ses boucles et par sa peau marbrée. On en pêche pendant toute l'année.

PATURE : *Platessa vulgaris; Portunus holsatus* [6]; *Pagurus bernhardus; Gammarus pulex; Buccinum undatum* (*opercules*); *Solen ensis; Echinus miliaris.*

Dans de très-jeunes raies de la grandeur de la paume de la main, au mois d'avril, nous avons trouvé l'estomac plein de *Leucon cercaria*, *Gammarus locusta*, *Cetochilus septentrionalis*, et des *Echinobothrium typus* en masse dans l'estomac et l'intestin.

piscatorius) à diverses reprises. Nous en avons vu également sur la *Sepia officinalis.* Il faudra comparer cette espèce avec le *Tetrarhynchus lingualis.*

[1] Malm, *Besckrifning öfver en för Skandinaviens fauna..... Ofvers. af. K. Vet.-Akad. förh.* 13 mai 1857.

[2] Van Beneden, *Recherches sur les Crustacés*, p. 85, pl. XIV.

[3] *Recherches sur les Bdellodes*, p. 23, pl. I, fig. 1-6.

[4] On trouve souvent ce ver attaché aux parois de l'œsophage; on voit des mâles à côté des femelles chargées d'œufs, et qui sont encore amarrés après la mort de l'hôte. Ce ver agame a été trouvé par M. Mac Intosh dans le *Carcinus mœnas.*

[5] *Stekelrog, Doornrog,* en *Roode rog,* d'après Van Bemmelen; *Driestaert,* les mâles à Ostende.

[6] Nous avons trouvé jusqu'à six crabes femelles chargées d'œufs dans l'estomac d'un seul poisson au mois de mars.

NOSTOSITES.

PEAU : *Pondobdella muricata* [1].

ESTOMAC. — Parois : *Coronilla robusta*, Sp. nov.; *Coronilla minuta*, Van Ben.; *Ascaris*... [2].

INTESTINS : *Echinobothrium typus*, Van Ben., commun [3]; *Acanthobothrium Dujardinii*, Van Ben. [4], pl. VI, fig. 13; *Acanthobotrium coronatum*, Rud., pl. VI, fig. 16; *Discobothrium fallax*, pl. V, fig. 13, *Echeneibothrium minimum*, *Echeneibothrium variabile*, *Phyllobothrium lactuca*, Van Ben.; *Onchobothrium uncinatum*, Rud.; *Eustoma truncata*, Sp. nov., pl. III, fig. 9.

Observations. — Dans un jeune animal de six centimètres de longueur, nous avons trouvé des Scolex sans Bothridies avec de grandes taches de pigment rouge, à côté d'autres Scolex sans pigment et avec Bothridies.

Le genre *Echinobothrium* commence à présenter un véritable intérêt, tant par sa singulière conformation que par le nombre et les conditions dans lesquelles on l'observe. M. Lespès en a découvert dans le foie des *Nassa reticulata*, qui n'ont pas de piquants au cou. MM. R. Leuckart et Pagenstecher en ont trouvé qui étaient enkystés et sexués, dans l'estomac et l'intestin de Raies à Helgoland. Nous avons trouvé également dans les mêmes poissons des *Echinobothrium* sans piquants au cou, et d'autres avec des piquants.

Recherchant avec un soin particulier les jeunes raies le plus près possibles du moment de leur éclosion, nous avons vu, dans des individus qui n'avaient que quelques jours, des *Echinobothrium* libres déroulés, à côté d'*Echinobothrium* enkystés et encore enfermés dans le corps des *Gammarus locusta* qui venaient d'être avalés; ces *Echinobothrium agames* étaient logés

[1] *Recherches sur les Bdellodes*, p. 23, pl. I, fig. 1-6.

[2] C'est probablement un ver d'un poisson qui a été avalé par la raie.

[3] BULLETINS DE L'ACAD. DE BELGIQUE, t. XVI, 1849, *Vers Cestoïdes* ou *acotyles*, 1850, et *Mémoire sur les vers intestinaux*, Paris, 1858. COMPTES RENDUS....., vol. II. Cl. Lespès, *Sur une nouvelle espèce du genre Echinobothrium*, ANN. SC. NAT., t. VII, p. 118, 1857; Guido Wagener, *Die Entwickelung der Cestoden*, 4° Breslau, 1854, Leuckart et Pagenstecher, MULLER's ARCHIV, p. 600, 1858.

[4] On voit quelques poissons nourrir par milliers de ces parasites. Ils sont remarquables par la variété de formes des Scolex et plus encore par leur croissance dans l'intestin après leur séparation. On voit de jeunes Scolex à côté des strobiles, dont les Bothridies et les crochets n'ont pas le quart de leur volume. Ils ont des taches de pigment d'un beau rouge au-dessous des Bothridies.

entre la carapace et l'intestin. Ce sont des individus enkystés encore en place; de sorte que nous avions ici sous les yeux la manière dont les raies s'infestent de ce parasite remarquable. Les jeunes raies ne renferment en général aucun autre ver. Les Cestoïdes qu'elles nourrissent à l'âge adulte s'introduisent plus tard, quand elles sont assez fortes pour manger de petits poissons. Nous avons là un exemple intéressant de la différence de clientèle que peut présenter un même animal à diverses époques de la vie à la suite des changements de nourriture.

Les jeunes raies mangent des Crustacés de petite taille avant de manger des poissons; aussi les trouve-t-on dans les premiers temps de leur éclosion, tout près des côtes au milieu des Crustacés dont l'eau de mer fourmille. Cette prodigieuse quantité d'animalicules microscopiques rappelle l'abondance, à la même époque de l'année, de certains insectes, qui servent de pâture aux oiseaux. Il faut de la pâture dans cette saison pour nourrir tout ce que les premières chaleurs font éclore. Nous avons trouvé également dans l'estomac de jeunes *Trigla gurnardus,* des *Gammarus locusta,* avec des *Echinobothrium* enkystés et non libres sous la carapace. Ces Gammarus avaient pris un mauvais chemin pour aboutir à la raie.

HOLOCÉPHALES.

—

CHIMAERA MONSTROSA, L.

En français: *Chimère* ou *Roi des harengs.*

Il a été cité par M. de Selys dans la faune belge.

Ce poisson est propre à la Méditerranée; mais on en prend jusque sur la côte de Norwége et en Islande. Il se tient habituellement à de grandes profondeurs; c'est pourquoi on le voit si rarement dans nos parages. Le 2 février 1868, on en a vendu un au marché de Billingsgate à Londres [1].

Pature. — Ce poisson se nourrit, dit Fr. Faber, de Crustacés et de Mollusques testacés [2], mais sans nommer les espèces.

[1] Fr. Buckland, *Land and water,* july 1868.
[2] *Loc. cit.,* p. 44.

Nous n'avons rien trouvé dans l'estomac des deux individus que nous avons eu l'occasion de disséquer, l'un de la Méditerranée, l'autre de la mer du Nord.

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Vanbenedenia kroeyeri*, Malm.[1], *Octobothrium leptogaster*[2].

INTESTINS : *Amphyptyches urna*, Wagener[3].

Observations. — Dans un individu adulte de la côte de Norwége, observé après un certain séjour dans la liqueur, nous n'avons rien trouvé ni sur le corps, ni dans les viscères, à l'exception de deux magnifiques *Amphyptyches urna*.

DEUXIÈME CLASSE : GANOÏDES.

L'esturgeon est aujourd'hui le seul représentant qui nous reste de cette grande et antique famille qui a joué un rôle si important dans les temps primitifs. Aussi ce poisson diffère des autres, sous le rapport de ses parasites comme sous le rapport de sa structure, de son genre de vie et de sa chair.

Il n'y a qu'une seule division, celle des Sturioniens, qui est représentée, dans la mer du Nord, par une espèce unique, vivant également dans la Baltique, dans l'océan Atlantique et dans la Méditerranée.

[1] *Bulletin du congrès des naturalistes à Copenhague*, p. 620. P. Olsson a trouvé ce même animal dans la Chimère de la côte de Suède et de Norwége.

[2] Leuckart, *Zool. Bruchst.*, t. III, p. 25, tab. I, fig. 5, et tab. II, fig. 2.

[3] *Muller's Archiv.*, 1852, pl. XIV. Ce singulier ver a été trouvé d'abord par G. Wagener dans l'intestin de la Chimère de la Méditerranée; nous n'avons pu l'étudier que sur des individus conservés dans la liqueur, que G. Wagener nous a obligeamment communiqués; sont-ils de vrais parasites internes de ces poissons? Nous en avons douté, et nous pensions que ces magnifiques Trématodes étaient des parasites de quelque mollusque bivalve que le poisson avait avalés, c'est-à-dire, un parasite erratique; nous nous étions trompé. Ayant pu nous procurer depuis une Chimère adulte dans la liqueur, provenant de la côte de Norwége, nous avons eu la bonne chance de trouver deux *Amphyptyches urna*, adultes, dans l'intestin. Nous pouvons en conclure que c'est un Nostosite.

Ces poissons n'hébergent qu'un petit nombre de parasites, et, comme les Plagiostomes, ils ne renferment guère de *Xénosites*.

ACCIPENSER STURIO.

En flamand : *Steur;* en français : *Esturgeon.*

Tout le monde sait combien ce poisson s'éloigne de tous les autres, aussi bien par les qualités de sa chair que par les particularités de son genre de vie et de son organisation.

On le pêche habituellement dans les fleuves à l'époque où il quitte la mer, pour aller frayer sur les bas-fonds des fleuves qui sont plus ou moins chauffés par le soleil.

Il est fort rare que l'on prenne ce poisson en mer; nos pêcheurs n'emploient guère que le chalut comme engin de pêche.

Ce poisson atteint jusqu'à trois et même quatre mètres, et pèse jusqu'au delà de trois cents livres.

PATURE : *Mysis vulgaris; Aphrodita aculeata.* — Cet Aphrodite a également été trouvé dans l'estomac d'un esturgeon pris sur la côte d'Écosse [1].

On prétend en Norwége que l'esturgeon se nourrit de maquereaux et de harengs et que la qualité de la chair diffère selon le poisson dont il fait sa pâture.

Leeuwenhoeck a trouvé des morceaux de Crustacés dans leur estomac; il a fait cette visite dans l'intention de s'assurer, dit-il, si, comme certains naturalistes le prétendaient, les esturgeons ne se nourrissent que d'air et d'eau.

L'estomac était complétement vide dans la plupart des individus que nous avons visités.

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Dichelestion sturionis* [2], très-commun; *Nitschia elegans*, von Baër [3], pas rare.

[1] Parnell, *Trans. Werner. Soc. Edinburgh*, 1839.

[2] *Ann. des sc. nat.*, 3e série, t. XVI, p. 95. — M. Edwards, *Règne animal illustré*, pl. LXXIX, fig. 2.

[3] *Act. Acad. nat. curios.*, vol. XIII, pl. XXXII, fig. 2-4. — Cuvier, *Règne animal illustré*, pl. XXXVIbis, fig. 4. Ce beau Trématode a été observé également sur la côte de Norwége par M. P. Olsson.

INTESTINS ET ESTOMAC : *Echinostoma hispida*, Abildg.[1], pl. IV, fig. 12, 13; *Dacnitis sphærocephala*, Rud.[2]; *Cucullanus accipenseris; Echinorhynchus proteus.*

Cobbold a trouvé, le 25 avril 1855, un *Echinostoma hispida*, Abildg., dans l'intestin spiral, à côté de *Dacnitis sphærocephala.*

TROISIÈME CLASSE : TELEOSTEI.

Ce groupe comprend la plupart de nos poissons, et, malgré leur diversité générique et spécifique, il y a une grande analogie entre eux, pour les parasites qui les hantent comme pour leur structure et leur menu quotidien.

Tous ces poissons nourrissent à la fois des *Nostosites* et des *Xénosites.* Nous ne connaissons, pour ainsi dire, pas un seul poisson chez lequel on ne trouve, dès le plus bas âge, des Cestoscolex dans l'intestin et les cœcums pyloriques, des espèces propres sexuées dans l'intestin, et des kystes avec des vers agames dans le péritoine.

C'est surtout par la présence des *Nostosites* que ces poissons diffèrent des précédents. Ils sont tous mangés par des poissons plus grands qu'eux, soit dans le jeune âge, soit dans l'âge adulte, et servent de véhicule pour faire entrer leurs *Xénosites.*

ACANTHOPTÉRYGIENS.

—

LABRAX LUPUS, Cuv.

En flamand : *Zeebars;* en français : *Bars commun.*

On n'en prend que des individus isolés à l'entrée du port à Ostende, et toujours de petite taille. Les amateurs qui pêchent à l'entrée de l'estacade

[1] Ce ver est très-commun. Celui qui est figuré dans l'atlas du *Dictionnaire des sciences naturelles,* sous le nom de *Fasciole de Brogniart,* n'est pas sans analogie avec cette espèce. Avec l'âge, ce ver change tout à fait d'aspect : la partie antérieure du corps s'étend en largeur comme le cou du serpent à lunettes. Nous avons trouvé une espèce si voisine, si pas identique, dans une anguille qui nous a été envoyée d'Ostende. Nous en avons vu par milliers dans l'estomac et l'intestin d'un esturgeon qui n'avait pas plus d'un pied de long.

[2] *Mém. sur les vers intestinaux*, p. 272.

pendant l'été en prennent ordinairement de la grandeur d'un merlan. Il ne donne pas lieu à une pêche régulière.

Ce poisson est d'un excellent goût et acquiert communément jusqu'à soixante centimètres.

PATURE : *Portunus holsatus; Crangon vulgaris; Tubularia coronata;* œufs de mollusques gastéropodes; débris d'insectes; pointes d'oursin.

NOSTOSITES.

PEAU : *Ophibdella labracis*, Van Ben. et Hesse [1]; *Caligus.*

BRANCHIES : *Lernanthropus kroyeri*, Van Ben. [2]; *Microcotyle labracis*, Van Ben. et Hesse [3]; *Clavella labracis*, Sp. nov.; *Diplectanum æquans*, Dies. [4]. — Mon fils vient de trouver cette espèce à Ostende et en fera connaître la curieuse organisation.

INTESTINS : *Distoma (Echinostoma) labracis*, Dujard.; *Echinorynchus*, fort jeune. — Le bars qui renferme ces Échinorhynques a vingt-trois centimètres de longueur.

XÉNOSITES.

Tetrarhynchus, pl. V, fig. 9. — Entre les parois de l'estomac des milliers de Tétrarhynques et de Nématodes enkystés. Le Tétrarhynque est remarquable par sa couleur brune et par sa petite taille. *Agamonema*, enroulé sur lui-même comme un Nummulite, pl. III, fig. 12; *Cestoscolex* [5].

Observations. — Chez un jeune individu, qui n'a pas plus de deux centimètres de longueur, je trouve des Scolex de Cestode dans toute la cavité digestive (estomac, cœcums pyloriques, intestins); un *Agamonema* enkysté dans le péritoine; des Urcéolaires en quantité sur les branchies, mais pas un dans la cavité de la bouche.

[1] *Recherches sur les Bdellodes*, pl. I, fig. 7-8.

[2] *Ann. des sc. nat.*, 3e série, vol. XVI, pl. III, fig. 7-9, et *Recherches sur les Crustacés*, p. 151.

[3] *Loc. cit.*, pl. XII, fig. 12-18.

[4] *Idem*, p. 122, pl. XIII, fig. 9-22.

[5] Ces Scolex, observés dans de jeunes bars, qui n'ont pas plus de deux centimètres de longueur, ont la partie postérieure du corps disposée de manière à pouvoir s'envaginer comme certains Distomes. On voit fort distinctement chez eux la poche pulsatile de l'appareil urinaire.

TRACHINUS DRACO, Lin.

En flamand : *Arm* (Ostende), *Pieterman* (Anvers et Blankenberghe); en français : *la grande Vive.*

Ce poisson a été désigné sous le nom de *Pieterman*, par Gronovius, vers le milieu du siècle dernier.

On en prend quelquefois par paniers dans le chalut; la chair est bonne, mais peu estimée. Ces poissons sont vendus à Ostende comme du rebut avec les Squales et d'autres poissons qui n'ont pas atteint leur croissance. Les pauvres seuls les mangent. On ne les envoie guère dans l'intérieur du pays.

C'est un beau poisson sous le rapport de la forme et des couleurs. Il produit des blessures fort douloureuses, qui sont souvent suivies d'accidents. C'est à tort que l'on attribue les blessures aux rayons de la première dorsale; l'arme qui blesse est une épine située sur l'opercule comme dans l'espèce suivante dont la blessure est plus douloureuse.

PATURE : *Gobius minutus*, débris dans l'estomac; *Platyonychus latipes*, des carapaces entières; *Ebalia brayeri*, des carapaces entières; *Bullæa aperta* [1].

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Octobothrium...*, observé par M. Éd. Van Beneden sur un poisson pris devant Douvres.

INTESTINS : *Cœcums pyloriques; Distoma varicum*, Mull. [2]; *Gasterostoma vivæ*, Sp. nov.; *Echinorhynchus gibbosus*, Rud.

XÉNOSITES.

Tétrarhynchus tenuis, Van Ben., enkystés en grand nombre, à tous les degrés de développement agame; *Agomonema*, enkystés dans le péritoine ou libres dans la cavité abdominale, en très-grande abondance; *Cestoscolex*, dans l'intestin.

[1] Nous avons souvent trouvé des plaques de l'estomac (gastrolithes) mêlées avec les crabes et quelquefois le mollusque lui-même non digéré.

[2] Muller, *Zool. Dan.*, tab. LXXII-8-11. P. Olsson prétend avoir trouvé ce même Distome dans le *Sebastes norwegicus*, le *Cottus scorpius*, le *Salmo salar*, le *Coregonus oxyrhynchus*, le *Labrus maculatus*, plusieurs espèces de *Gadus*, de *Pleuronectes* et enfin de *Muræna anguilla*.

TRACHINUS (ECHIICHTYS [1]) VIPERA, Cuv.

En flamand : *Puckel;* en français : *Boideroc de la Manche;* en anglais : *Otterpike.*

Le rayon de l'opercule produit une blessure dangereuse et excessivement douloureuse. On peut comparer cette blessure à une piqûre de guêpe. Nous avons été blessé par le piquant de l'opercule longtemps après que nous avions enlevé, à l'aide de ciseaux, la première nageoire dorsale dans laquelle nous croyions que se trouvait le venin.

On en voit régulièrement dans les filets des pêcheurs de crevettes qui leur coupent la tête et les mangent. On ne les envoie pas au marché.

M. Schlegel pense que ce poisson est souvent confondu avec la Vive, ce qui nous paraît difficile à admettre; et s'il est vrai que les pêcheurs hollandais n'ont pas un nom pour le désigner, il faut en conclure que ce poisson est rare sur les côtes des Pays-Bas. Il n'en est malheureusement pas ainsi sur nos côtes.

PATURE : *Clupea finta; Crangon vulgaris,* crustacés microscopiques; *Bullœa aperta,* Linn.

NOSTOSITES [2].

INTESTINS : *Ascaris constricta,* Rud.; *Echinorhynchus gibbosus,* Rud.; *Distoma, Gasterostoma viperæ,* Van Ben., pl. III, fig. 17. — La forme de ce Gastérostome est également très-variable. On en trouve de tout âge.

XÉNOSITES.

Agamonema, enkysté en masse dans toute l'étendue du péritoine; *Tetrarhynchus,* enkysté dans le péritoine; *Cestoscolex.*

Observations. — J'en ai ouvert plusieurs pendant le mois d'août et presque tous avaient dans leur estomac des débris de Crustacés de couleur jaune, pelotonnés sur eux-mêmes.

[1] Bleeker, *Poissons du genre Trachine,* ANN. DES SC. NAT., 1861, p. 375.

[2] La Font, qui s'est livré à des observations fort intéressantes sur les animaux marins du bassin d'Arcachon, a observé chez ce poisson, comme chez le *Bogue* (Boops vulgaris), un *Cymothœ* sur la langue. *Journal d'observations;* Bordeaux, 1869. (Note ajoutée.)

Les replis du péritoine portent régulièrement une quantité considérable d'Agamonema enkystés.

L'intestin de presque tous renferme des *Gasterostoma*, et, sur une vingtaine d'individus que nous avons ouverts, il n'y en avait que deux qui eussent des œufs. Nous avons compté, en outre, quatre ou cinq Cestoscolex dans la plupart d'entre eux.

Nous n'avons rien trouvé sur les branchies.

MUGIL CHELO, Cuv. et Val. [1].

En flamand : *Herdertie* (Ostende); *Harder, Barbier,* à Anvers;
en français : *Muge, Mulet.*

On trouve ce poisson surtout dans les eaux saumâtres des environs d'Ostende. Il y atteint quelquefois une grande taille. La chair est blanche et fort estimée.

Quand ce poisson est inquiété par ses ennemis, on le voit bondir et quelquefois s'élever perpendiculairement hors de l'eau.

A l'entrée du port, on en prend régulièrement de toute grandeur et pendant toute l'année. La taille la plus commune en été est de quinze à vingt centimètres.

Les pêcheurs aiment à lui donner le nom de *Saumon blanc,* parce que le mot *saumon* séduit les étrangers. Nous supposons que c'est le Muge que les pêcheurs de l'Escaut désignent sous le nom de *Barbier.*

Pature [2] : *Conferves; Diatomés; Nonianina crassula.*

NOSTOSITES.

Branchies : *Psorospermies; Ergasilus nanus,* Éd. Van Ben. Cet Ergasile se trouve également sur le Muge à Ostende et sur la côte de Bretagne; *Gyrodactylus...* [3], pl. III, fig. 14.

[1] M. Gillou, qui dirige avec beaucoup d'intelligence les *Aquariums* d'Arcachon, prétend qu'il y a trois espèces de Muges sur les côtes de Bretagne : l'ordinaire, un second à tache jaune derrière les yeux, et un troisième qui préfère l'eau saumâtre.

[2] On sait que ce poisson a un gésier musculeux comme les oiseaux, et que les intestins, fort longs, sont logés dans des couches de graisse formées par le péritoine. On ne trouve en général que des matières végétales dans leur tube digestif.

[3] Observé par mon fils et dessiné par lui à Concarneau.

INTESTINS (ils sont souvent remplis de sable) : *Psorospermies*, sur les parois; *Distoma vivipara* [1], en abondance, pl. III, fig. 3, 4; *Distoma lutea*, Van Ben. [2]; *Echinorhynchus gracilis*, pl. V, fig. 7.

XÉNOSITES.

Agamonema, enkysté; *Cestoscolex*, dans l'intestin.

Observations. — Un Muge de quinze centimètres avait tout le tube digestif de couleur verte par la présence de Conferves qui le remplissaient. Un autre de dix centimètres contenait des Nonionina au milieu de Conferves et deux Cestoscolex.

Nous en avons nourri de cette taille avec des œufs de *Distoma vivipara* que nous avons introduits dans la cavité de la bouche, mais sans succès; ils sont morts au bout de quinze jours, et la cavité digestive ne renfermait que des Cestoscolex; un Agamonema habitait le péritoine.

ATHERINA PRESBYTER, Cuv.

En flamand : *Koornaervisch*; à Ostende : *Schrappers, Noordsche spiering;*
en français : *le Prêtre* [3], *Abusseau* ou *Roseré des côtes de l'Océan.*

Mon fils en a recueilli sur la plage d'Ostende à la fin de septembre. Dans le courant du mois d'août, il en a trouvé plusieurs fort grands à l'entrée du port, et d'autres mêlés avec les éperlans pêchés dans l'arrière-port d'Ostende. On les confond souvent avec les éperlans.

Schlegel dit qu'on le prend de temps en temps sur les côtes des Pays-Bas [4].

A Concarneau, M. Guillou en conserve parfaitement bien dans ses aquariums, au milieu de diverses autres espèces.

Diesing ne cite aucun ver trouvé sur ce poisson, mais dans l'*Atherina*

[1] C'est mon fils qui a découvert cette espèce et qui m'a fait connaitre les embryons ciliés contenus dans les œufs avant la ponte.

[2] Cette espèce est remarquable par son teint jaune, sa grande ventouse ventrale et sa petite taille. Elle se trouve à côté des *Distoma vivipara*. Elle ressemble beaucoup à un Distoma que nous avons vu dans le *Scillium canicula*.

[3] Ces noms viennent de la bande d'argent de ses flancs, que l'on a comparée à une étole, dit Cuvier, *Règne animal*, vol. II, p. 235; *Histoire nat. des poissons*, pl. CCCV.

[4] Schlegel, *De dieren van Nederland*, p. 28, pl. II, fig. 5.

hepsetus on a trouvé, d'après lui, le *Distomum baccigerum*, l'*Echynorhynchus acanthosoma* et l'*Ascaris atherinœ* [1].

Nous en avons examiné un grand nombre à Concarneau et à Ostende et nous n'avons trouvé aucun parasite ni à l'intérieur ni à l'extérieur. C'est un des poissons les plus inhospitaliers que nous connaissions.

MULLUS SURMULETUS, L.

En flamand : *Haringskoning ;* en français : *Rouget.*

Les pêcheurs en prennent de temps en temps dans le chalut, mais toujours en petit nombre.

Il est très-estimé des gourmets.

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Clavella mulli*, Van Ben. [2]; *Lerneonema mulli.* — Sur trois poissons que nous avons ouverts, nous avons trouvé quatre *Lerneonema.*

INTESTINS : *Ascaris* (*Filaria extenuata*, Deslongc. [3]).

XÉNOSITES.

Tetrarhynchus mulli, Van Ben. [4].

Observations. — Ce poisson est très-inhospitalier, dans ce sens qu'il ne loge que fort peu de parasites.

TRIGLA HIRUNDO, Linn.

En flamand : *Roobaert, Zeehaen ;* en français : *Perlon.*

La chair de ce poisson est fort consistante, et si on a soin de ne pas l'écorcher avant de le mettre au feu, il mérite une place à côté de nos bons poissons. On a eu longtemps la mauvaise habitude de lui enlever la peau avant

[1] *System. helminth.*, vol. II, p. 413.

[2] *Ann. des sc. nat.*, 3e sér., t. XVI, p. 99, pl. III, fig. 3 et 4, et *Recherches sur les Crustacés*, p. 150.

[3] Diesing, *System. helminth.*, vol. II, p. 285.

[4] Van Beneden, *Vers cestoïdes*, p. 146, pl. XVI, fig. 1-4.

de le préparer. La chair devient alors sèche. Il était, il n'y a pas longtemps, fort peu estimé. On l'envoie aujourd'hui dans l'intérieur du pays.

PATURE : *Callionymus dracunculus*, de jeunes individus entiers; *Crangon vulgaris; Palemon varians; Portunus holsatus; Stenorhynchus tenuirostris; Fibularia pusillus* [1].

NOSTOSITES.

CORPS : *Caligus diaphanus*, Nordm. [2].

BRANCHIES : *Chondracanthus triglæ*, Blainv. [3]; *Caligus diaphanus*, Nordm.

ESTOMAC : *Distoma appendiculata*, Rud.

INTESTINS : *Distoma appendiculata*, Rud.; *Distoma*...; *Gasterostoma triglæ*, Van Ben., pl. III, fig. 15; *Cestoscolex*, par milliers, pl. V, fig. 15.

XÉNOSITES.

Tetrarhynchus triglæ, Van Ben. [4]; *Agamonema*.

TRIGLA GURNARDUS, L.

En flamand : *Knorhaen*; en français : *Gronau* ou *Grondin*.

On en prend au chalut, mais on n'estime pas leur chair. Ces poissons sont vendus à Ostende à la minque, comme les Vives, avec le rebut. Ils valent mieux cependant que leur réputation; mais il y a trop de déchet à cause de leur grande tête. Le goût de la chair est fort bon.

Les pêcheurs au poisson frais en prennent régulièrement, et ceux qui reviennent du Nord en apportent souvent de vivants dans les viviers.

PATURE : *Gobius minutus; Portunus holsatus*, jeune, commun; *Crangon vulgaris; Mysis ferruginea*, Van Ben.; *Mysis vulgaris*, en masse; *Gammarus locusta*, Fabr.; *Ligula alba; Enoplus* [5].

[1] Muller, *Zool. dan.*, pl. XCI, fig. 5-6.
[2] Rathke l'a observé aussi sur la côte de Norwége, Beyt., z. *Fauna Norwegens*, p. 102.
[3] Van Beneden, *Ann. des sc. nat.*, 3me sér., t. XVI, p. 110.
[4] Van Beneden, *Vers cestoïdes*, p. 150, pl. XVI, fig. 5-10.
[5] Nous avons trouvé dans l'intestin un *Enoplus* libre, entier; une femelle pleine avec deux taches oculaires, un mâle à côté d'elle : est-ce pâture ou parasite?

NOSTOSITES.

Corps et cavité branchiale : *Caligus diaphanus,* Nordm.

Branchies : *Phyllocotyle gurnardi* [1], *Platycotyle gurnardi,* Van Ben. et Hesse [2]; *Anchorella ovalis,* Kroyer, pl. II, fig. 8; *Lerneopoda bicaudata,* Kroyer; *Caligus diaphanus,* Nordm.; *Chondracanthus gurnardi,* Van Ben. [3], pl. II, fig. 2.

Intestins et coecums : *Ascaris; Monostoma; Gasterosma triglæ,* Van Ben., pl. III, fig. 15; *Distoma cryptobothrium,* Van Ben., pl. V, fig. 16.

XÉNOSITES.

Echinobothrium, sans crochets, enkysté dans le péritoine; *Agamonema; Tetrarhynchus triglæ,* Van Ben. [4], pl. V, fig. 11; *Cestoscolex,* par milliers, l'intestin en est plein. — Nous trouvons de ces Cestoscolex attachés comme des sangsues au corps des Distomes. Nous en avons vu dont la partie postérieure du corps est bifurquée et dont chaque bout renferme une vésicule pulsatile, pl. V, fig. 15. Mon fils m'a fait remarquer que ces vers se multiplient par scission dans l'intestin.

Observations. — Chez un jeune *Trigla gurnardus* qui ne dépasse pas trois centimètres de longueur, nous avons trouvé dans l'estomac des *Gammarus locusta,* Fabr., en abondance, dont un portait dans la cavité périgastrique, du côté du dos, deux Échinobothriums enkystés, sans crochets, et un autre libre dans l'estomac, mais encore envaginé.

SCIÆNA UMBRA, Cuv.

En flamand : *Onze lieve Vrouw fisch ;* en hollandais : *Ombervisch en Zeebars ;*
en français : *Maigre d'Europe, Aigle.*

Poisson d'une grande taille, que l'on prend quelquefois sur nos côtes en été ou en automne. En regardant une écaille au jour, on aperçoit un

[1] Van Ben. et Hesse, *Recherches sur les Bdellodes,* p. 103, pl. X, fig. 1-7. — Mon fils a trouvé ce Phyllocotyle sur le Grondin à Ostende, et il publiera bientôt le résultat de ses observations sur la singulière structure anatomique qu'il présente.

[2] *Ibid.,* p. 108, pl. XI, fig. 14-15.

[3] *Iconographie, règne animal,* pl. IX, fig. 8. — Nordmann, *Mikrogr. Beitr.,* pl. IX, fig. 1-5.

[4] On voit souvent le long de ses intestins des kystes pédiculés que l'on croirait contenir les mêmes parasites. Nous avons trouvé dans l'un d'eux un Tétrarhynque, dans un autre, un Nématode à côté d'une troisième forme encore indéterminée.

dessin que les pêcheurs comparent à l'image de la sainte Vierge. C'est de là que lui vient le nom flamand.

NOSTOSITES.

CORPS : *Epibdella sciænæ*, Van Ben. [1]; *Livoneca sciænæ*, Van Ben., sur la nageoire dorsale.

BRANCHIES : *Nematobothrium filarina*, Van Ben. [2], dans des kystes; *Brachiella thynni*, Cuv. [3]; *Lernanthropus Gisleri* [4], *Scienophilus tenuis* [5], *Calceostoma elegans*, Van Ben. [6]; *Caligus*.

XÉNOSITES.

Echinorynchus sciænæ [7].

Les *Nematobothriums* forment des engorgements qui donnent au poisson un air scrofuleux.

COTTUS SCORPIUS, L.

En flamand : *Botskop*; en hollandais : *Donderpadde*; en français : *Chaboisseaux* ou *Scorpion de mer*.

Les pêcheurs de crevettes en prennent souvent; mais, quoiqu'on en pêche régulièrement à l'entrée du port, on n'en fait aucun cas et on ne se donne pas la peine de l'envoyer au marché.

[1] *Note sur un Trématode nouveau du Maigre d'Europe*, BULL. DE L'ACAD. ROY. DE BELG., t. XXIII, n° 10, avec une planche.

[2] *Mémoire sur les vers intestinaux*, p. 108, pl. XIII; Ch. Robin, journal l'*Institut*, 3 fév. 1847, p. 41; *Hist. natur. des végétaux parasites*, p. 314. Paris, 1853. C'est le *Nematobothrium filarina* que M. Ch. Robin décrit ici.

Mon fils a fait connaître depuis la présentation de ce travail une notice sur l'embryon des *Nematobothriums*. Il a reconnu une curieuse couronne de stylets autour de la tête des embryons, couronne qui les rapproche des *Distoma tereticolle*. Éd. Van Beneden, *On the embrionic form of Nematobothrium filarina*, QUARTERLY JOURNAL OF MICROSCOP. SCIENCE, vol. X, new ser.

[3] *Recherches sur la faune du littoral de Belgique, Crustacés*, p. 153. — *Iconographie du règne animal, Zoophytes*, pl. IX, fig. 6. — Nous avons trouvé de beaux exemplaires de ce curieux Crustacé sur ce poisson.

[4] *Bull. de l'Acad. roy. de Belg.*, t. XIX, n° 9, et *Recherches.... Crustacés*, p. 151, pl. XXVIII.

[5] *Ibid.*, n° 11, et *Recherches.... Crustacés*, p. 148, MÉM. DE L'ACAD., t. XXXIII, pl. XXI.

[6] *Mém. sur les vers intestinaux*, p. 60, pl. VII.

[7] C'est le seul parasite de ce poisson cité par Diesing. Nous ne l'avons pas observé.

On trouve ce poisson jusqu'au cap Nord, et il y atteint jusqu'à seize pouces de longueur, d'après Malmgren [1].

PATURE : *Carcinus mœnas*, jeune; *Trigla gurnardus*, jeune; *Crangon vulgaris; Portunus holsatus; Mysis vulgaris; Arpacticus chelifer; Cyclops.*

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Distoma obesa*, Sp. nov.

PEAU : *Distoma obesa*, Sp. nov.

ESTOMAC : *Distoma*, enkysté; *Distoma*, sexué; *Gasterostomum armatum*, Molin, commun.

INTESTINS : *Bothriocephalus punctatus* [2]; *Distoma obesa*, Sp. nov.; *Gasterostomum armatum*, Molin [3].

XÉNOSITES.

Agamonema, dans le péritoine; *Cestoscolex*, les mêmes dans l'intestin et dans les cœcums pyloriques.

Observations. — Sur cinq poissons de diverses grandeurs, observés dans le courant du mois d'août, il n'y en avait pas un qui n'eût des Cestoscolex d'une assez forte taille, à côté d'autres Cestoscolex fort petits et dont quelques-uns n'avaient même pas encore de Bothridies. Il y a en abondance, dans les intestins, des Cestoscolex qui sont plus effilés que les autres et qui ressemblent, au premier abord, à des Cercaires. Sur ces cinq poissons, deux ont des Agamonema dans le péritoine.

Nous n'avons jamais trouvé de Schistocéphales dans ces poissons de nos côtes. Nous nous expliquons plus haut, en parlant des Épinoches, sur la nature de ces parasites.

ASPIDOPHORUS EUROPÆUS, Cuv. et Val.

En hollandais : *Harnasman; Oude vent* des Ostendais; en français : *Aspidophore.*

Il est très-commun; mais, comme il est couvert de fortes écailles et qu'il ne devient pas beaucoup plus grand qu'une forte Épinoche, on n'en fait aucun cas.

[1] *Archiv. für naturgeschichte....* 1864, p. 275.
[2] M. Cobbold signale ce Bothriocephalus également dans le *Cottus bubalis.*
[3] Ce ver a été vu également sur la côte de Norwége par P. Olsson.

PATURE : *Crangon vulgaris; Idothea linearis; Tellina fabula,* très-petite.

NOSTOSITES.

PEAU : *Ichtyobdella marina* [1].

INTESTINS : *Distoma aspidophori*, Sp. nov., pl. IV, fig. 16; *Ascaris aspidophori*, Van Ben.; *Distoma*, sortant d'un Cyclops avalé.

XÉNOSITES.

Cestoïde, dans une gaine, semblable à celui qui est enkysté dans l'Éperlan; *Cestoscolex*, de grande taille, avec des taches rouges; *Cestoscolex*, très-nombreux, fort petits et sans taches rouges.

Observations. — Dans l'estomac d'un très-jeune individu, qui n'a pas plus de deux centimètres, je trouve, au mois de juin, une petite Telline et dans son intestin, un Distome, qui n'a pas encore d'œufs.

LAMPRIS GUTTATUS, Retz.

En flamand : *Koningsvisch*; en français : *Poisson lune*, par Duhamel [2], ou *Poisson royal.*

Deux individus ont été pris sur la côte de Hollande; le premier a été décrit par Bakker [3]; le second est en squelette au Musée de Leide (Van Bemmelen).

Ce poisson étant fort rare, nous serons peut-être encore longtemps sans en connaître complétement les parasites. Il s'étend au nord jusqu'en Islande.

PATURE : Il paraît qu'elle consiste en Céphalopodes et en Méduses.

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Hexacotyle*, Sp. nov. Sars [4].

INTESTINS : *Distomum dicorynum*, Dies.

XÉNOSITES.

DANS LES CHAIRS : *Distomum affine* ou *Monostoma tenuicolle* [5].

[1] Johnston, *Ann. and mag. nat. hist.*, t. XVI, p. 441, tab. XV, p. 4-6.
[2] On ne doit pas confondre ce poisson lune avec la mole (*Orthagoriscus mola*) qui porte ce même nom et qui en diffère complétement sous tous les rapports.
[3] Bakker, *Osteographia piscium*, 1822.
[4] *Ann. des sc. nat.*, t. VII, p. 247, 1837, et *Muller's Archiv.*, 1837.
[5] Trouvé par Bakker dans les chairs. C'est le même ver, ou du moins un ver très-voisin,

Observations. — Diesing ne signale qu'un seul parasite sur ce poisson, le *Distomum dicorynum.*

Nous avons eu l'occasion d'en étudier un qui était conservé dans le sel, mais sur lequel nous n'avons pu découvrir de parasites. Le docteur Daniellsen nous l'avait envoyé de Bergen (Norwége).

CARANX TRACHURUS, L.

En flamand : *Poor* (Ostende), *Marsbankers* (Anvers [1]); en français : *Maquereau bâtard.*

Il se montre régulièrement vers la fin du mois d'avril, avant l'arrivée du maquereau.

Ch. Bonaparte le cite avec doute dans l'Océan.

Nous l'avons déjà vu à Ostende du 1er au 10 avril. Tous ceux qui fréquentent le marché à Ostende le connaissent parfaitement.

PATURE : *Clupea sprattus*, jusqu'à treize dans un seul poisson.

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Gastrocotyle trachuri*, Van Ben. et Hesse [2].

INTESTINS : *Distomum laticolle* [3].

XÉNOSITES.

Tetrarhynchus..., le péritoine en est infesté [4]; *Agamonema* [5].

qui vit dans des replis de la peau, dans la cavité branchiale des *Brama raii* et dont nous avons fait connaître l'organisation, *Mémoire sur les vers intestinaux*, p. 104, pl. IX. Paris, 1858.

[1] On lui donne à Anvers également le nom de *Osmakrel*, *Horsmakreel.*

[2] *Recherches sur les Bdellodes*... p. 117, pl. XIII, fig. 1-8.

[3] Trouvé par Rudolphi en avril et juillet à Naples; Molin et P. Olsson signalent le *Distoma Polonii* dans l'intestin de ce poisson, l'un en Italie, et l'autre en Norwége.

[4] C'est le même ver que Rudolphi a trouvé à Naples et qu'il désigne sous le nom de *Anthocephalus granulum.*

[5] C'est probablement encore le même que Rudolphi a vu à Naples.

XIPHIAS GLADIUS, L.

En flamand : *Zwaerdvisch ;* en français : *Espadon.*

Un individu échoué dans l'Escaut est au Musée de Bruxelles. Un autre, de onze pieds de long, pesant trois cents livres, a été pris en Hollande [1]. En septembre 1826 un mâle, de sept pieds, a été pris dans le Firth of Forth près d'Édimbourg.

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Philichtys Xiphiæ* [2] ; *Tristomum coccineum* [3] ; *Tristomum papillosum ; Lernea elongata* [4].

INTESTINS : *Distomum dendricum* [5] ; *Dibothrium plicatum* [6] ; *Tetrarhynchus attenuatus ; Ascaris incurva,* Rud.

D'après Flemming, il héberge :

Ascaris incurva,
Tetrarhynchus attenuatus,
Bothriocephalus plicatus, Rud.

SCOMBER SCOMBRUS, L.

En flamand : *Makrelle ;* en français : *Maquereau vulgaire.*

Arrive sur nos côtes vers la fin de juin. C'est un poisson de passage comme le hareng.

PATURE : *Cetochilus septentrionalis.* — Ce poisson est très-vorace, mais son estomac est généralement vide.

[1] *Algemeene konst en letterb.*, 1815.

[2] C'est le professeur Steenstrup qui a fait connaître ce beau Lernéen chondracanthe. *Oversigt over del kgl. Videnskabernes Selskabs forhandlinger, Kjobenhavn, 1862,* et *Nye Oplysninger..... idem,* december 1862. Voyez encore Bergsoe, *Philichtys Xiphiæ, monographisk fremstillet.* Kjobenhavn, 1864.

[3] Nous citons ces vers d'après Diesing, *Syst. helm.*, vol. II, p. 415.

[4] Observé par Grant.

[5] Également d'après Diesing.

[6] C'est le *Bothriocephalus plicatus* de Rudolphi. M. P. Olsson l'a observé sur le même poisson sur la côte de Norwége.

NOSTOSITES.

Branchies : *Octocotyle scombri*, Kuhn ou *Octocotyle truncata* de Diesing. — Il n'est pas commun; nous en avons trouvé rarement plus d'un ou deux ensemble; *Pleurocotyle scombri*, Van Ben. [1]; *Caligus; Anchorella paradoxa*, Van Ben. [2], pl. II, fig. 6.

Estomac et intestins : *Ascaris pedum*, Deslongchamps; *Distoma excisum*, Rud. — Cinq ou six dans l'estomac d'un seul individu. M. P. Olsson l'a trouvé sur les maquereaux de la côte de Norwége. *Distoma increscens*, Olsson [3].

XÉNOSITES.

Tetrarhynchus, enkysté dans les cœcums pyloriques; *Agamonema; Cestoscolex.*

THYNNUS VULGARIS.

En hollandais : *Thonyn;* en français : *Thon.*

On en cite sur la côte des Pays-Bas [4]. Il est fort rare sur les côtes d'Écosse où il est connu sous le nom de *Makrelsteur*. On en voit quelquefois d'une très-grande taille sur la côte du Jutland. Nous en avons à Louvain un squelette qui provient de cette côte. On en a vu de quatre cent soixante livres. A Christiania il est si connu qu'il porte au marché un nom vulgaire.

Pature : Nous n'avons pas eu l'occasion de voir ce poisson frais.

NOSTOSITES.

Cavité de la bouche et branchies : *Elytrophora brachyptera*, Gerst. [5], ou *Arnæus thynni*, Koll; *Brachiella thynni*, Cuv., pl. II, fig. 10.

Estomac et intestins : *Distomum clavatum; Cucullanus melanocephalus; Onchophora neglecta* [6].

[1] Grube, *Troschel's Archiv*, 1855, p. 137. — *Zoologie médicale*, vol. I, p. 194. Paris, 1859.

[2] *Ann. des sc. nat.*, 3me sér., t. XVI, pl. VI, fig. 1. Nous en avons trouvé deux sur huit maquereaux.

[3] Cette espèce se trouve parmi les Distomes armés, et Olsson dit l'avoir trouvé également dans le *Flétan* et dans le *Merluccius vulgaris*.

[4] Van Bemmelen, *Lijst van visschen in Nederland waargenomen.*

[5] Gerstœcker, *Troschel's Archiv*, 1853, p. 62, et 1865, *Jahres Bericht*, p. 671. — *Reise d. Ost. Freg. Novara*, p. 189, pl. XVII. Wien, 1865.

[6] D'après Diesing, *Syst. helm.*, vol. II, p. 414.

Observations. — Nous ne connaissons pas d'exemple d'un thon pris par nos pêcheurs.

GENRE : GASTEROSTEUS.

C'est à cause de leur séjour habituel dans le port d'Ostende et dans les parcs aux huîtres, que nous faisons ici mention des deux espèces fluviatiles.

Est-il vrai que les Épinoches qui habitent le voisinage des côtes maritimes ne se rencontrent pas dans l'intérieur des terres; que celles qui habitent les eaux saumâtres ou les rivages de la mer diffèrent de celles qui vivent dans l'eau douce? Nous pouvons assurer que les Épinoches prises dans les parcs aux huîtres et homards vivent aussi bien dans l'eau douce que dans l'eau de mer, et que l'on peut placer celles qui sortent des fossés, où il n'y a que de l'eau douce, dans un aquarium marin, sans que l'on aperçoive la moindre gêne dans leur respiration ou dans leurs allures. Elles se tiennent dans l'eau de mer exactement comme dans l'eau douce.

Une étude des parasites de ces poissons, d'après les diverses localités, serait d'un très-haut intérêt scientifique, et la connaissance des espèces pourrait y gagner beaucoup.

Ces poissons se reproduisent dans les parcs : le nombre en est quelquefois prodigieux; mais nous doutons qu'ils y construisent un nid. Il n'y a pas une plante ni un soutien quelconque pour le porter. Ils devraient le construire sur la vase, et nous n'avons jamais rien trouvé de semblable quand les parcs sont mis à sec.

Les Ligules que l'on a trouvées dans les Épinoches, dans les Cyprins et dans d'autres poissons d'eau douce deviennent-elles réellement sexuées chez certains oiseaux? Nous ne le croyons pas. Nous n'avons jamais trouvé de Schistocéphales dans leur abdomen pour faire des expériences, mais, par analogie, nous ne croyons pas à la transmigration des Ligules aux oiseaux. Sans nul doute, certains oiseaux aquatiques renferment souvent des Ligules, et ces Ligules sont même vivantes; mais elles n'appartiennent pas aux oiseaux sur lesquels on les trouve. Ces oiseaux ne sont pas leur hôte. Elles ont été introduites par le poisson, leur chair a été digérée, et le ver, devenu libre,

a continué à vivre, mais sans continuer son évolution? Les Ligules des oiseaux sont des vers égarés, de vrais Planosites, et les sexes de ces Cestoïdes sont déjà développés avant leur entrée dans les oiseaux. Diesing dit avec raison : *Cum gasterosteis in intestina translata.*

On a confondu sous ce nom de *Schistocephalus dimorphus* différents vers qui certes n'ont rien de commun entre eux; nous ne citerons pour preuve que les noms des oiseaux et des poissons sur lesquels ils ont été trouvés; Diesing fait mention de leur présence dans le *Gasterosteus aculeatus* et *pungitius, Cottus scorpio, Salmo salar, Totanus calidris, Fulica atra, Phoca vitulina,* puis dans des oiseaux des genres *Corvus, Recurvirostra, Ardea, Ciconia, Sterna, Colymbus, Podiceps, Larus, Mergus, Merganser, Uria* et *Alca.*

Les *Gasterosteus aculeatus* et *pungitius* se trouvent jusqu'en Finlande; il n'en est pas de même du *Spinachia vulgaris* [1].

GASTEROSTEUS ACULEATUS.

En flamand : *Stekebat, Paddesteker; Kraeyvisch* des Ostendais; en français : *Epinoche.*

Ce poisson, quoique d'eau douce, est commun dans les réservoirs aux huîtres à Ostende, ainsi que dans l'écluse de chasse.

Pature : Ce petit poisson est très-vorace. Les individus pris dans la nouvelle écluse de chasse à Ostende avaient tout le tube digestif, depuis la cavité de la bouche, de couleur verte par la présence des Diatomées. Ces poissons voraces mangent également les œufs de grenouille et leurs propres œufs [2].

NOSTOSITES.

Branchies : *Gyrodactylus elegans* (nous en avons souvent trouvé en grande quantité sur des individus pêchés en mer); *Lerneocera gasterostei* [3]; *Thersites gasterostei*, Pagenstecher [4].

[1] *Archiv für Naturg.*, 1864, p. 284.

[2] Vanden Eynde, *Mededeelingen*, p. 39.

[3] C.-B. Brühl, in-4°. Wien, 1860. *Mittheil. aus dem zool. Institute der Universität Pest*, 1860. — Ce *Lerneocera* serait, d'après Claus, le même que le *Lerneocera gobina* de Leuck, trouvé sur le *Cottus gobio.*

[4] *Troschel's Archiv*, 1861, pl. VI. — C'est le même Crustacé que Kroyer, MM. Steenstrup et Lütken ont décrit sous le nom de *Ergasilus gasterostei.*

ESTOMAC : *Distoma appendiculata*, enkysté dans l'estomac à côté de Cyclopes.

INTESTINS : *Echinorhynchus angustatus*, Rud.; *Tenia filicollis*, Rud. [1].

XÉNOSITES.

Cestoscolex [2].

Voici la liste, donnée par Diesing [3], des vers parasites que nous n'avons pas observés :

Ascaris gasterostei.
Agamonema bicolor [4].
— *papilligerum.* [4].
Cucullanus elegans.
Echynorhynchus angustatus.
Echinorhynchus tuberosus.
Monostomum caryophillinum.
Schistocephalus dimorphus.
Triænophorus nodulosus.

GASTEROSTEUS PUNGITIUS.

En flamand : *de Tien-doornige Stekelbaers;* en français : *Épinochette.*

Cette seconde espèce vit également dans l'eau de mer, et nous l'avons observée, comme la première, dans les parcs aux huîtres à côté des homards. On la rencontre en mer le long des côtes provenant des rivières et des écluses, dit M. Schlegel [5]. M. Van Bemmelen en a trouvé aussi dans la mer du Nord près de la côte [6].

Nous en avons placé dans l'eau de mer avec de jeunes *Labrax lupus* et des *Muges*, et ils ont vécu avec ces poissons marins pendant plus de six jours. Ils sont morts par accident.

Voici la liste des parasites donnée par Diesing [7] :

BRANCHIES : *Gyrodyctalus elegans.*

INTESTINS : *Tenia filicollis; Echinorhynchus tuberosus; Triænophorus nodulosus; Schistocephalus dimorphus.*

[1] Zeder, *Nachtrag*, pl. III, fig. 1-4.
[2] C'est le seul poisson d'eau douce dans lequel nous ayons trouvé ces Scolex. Aussi peut-on dire, sans hésiter, que c'est dans l'eau de mer qu'il s'en infeste.
[3] *Syst. helm.*, p. 420.
[4] Ces *Agamonema* sont des parasites Xénosites.
[5] *De dieren van Nederland*, p. 54.
[6] *Lijst van visschen in Nederland waargenomen*, p. 340.
[7] *Syst. helm.*, p. 420.

M. von Baër a trouvé des *Bothriocephalus solidus* dans tous les *Gasterosteus pungitius,* et des vers libres et vivants dans l'eau à côté d'eux. D'après Bloch, cette espèce vit seulement dans l'eau saumâtre [1].

Nous n'avons jamais trouvé ce Bothriocéphale sur ce poisson, pas plus que des Ligules. Nous en avons cependant ouvert un grand nombre.

GASTEROSTEUS SPINOCHIA, L.

En hollandais : *Zeestekelbaars ;* en français : *Gastré.*

Cette belle espèce est signalée par M. Schlegel sur les côtes des Pays-Bas, depuis la Zélande jusqu'à Groningue, et dans le Zuyderzée [2]. Nous n'avons pas eu l'occasion de l'observer sur nos côtes.

M. Van Bemmelen la comprend également dans la liste des poissons qui ont été observés dans les Pays-Bas [3].

Il est commun sur la côte de Bretagne.

On le prend aussi dans la Baltique. Nous en avons vu de beaux exemplaires dans les aquariums de Hambourg et de Concarneau.

Il paraît que ce poisson n'a pas été étudié encore sous le rapport de ses parasites. Il n'est même pas cité dans le catalogue des poissons dont Diesing fait le relevé.

PATURE [4] : *Mysis vulgaris ; Idothea linearis.*

Nous n'avons trouvé ni vers ni Crustacés dans ce poisson. Nous en avons ouvert cependant plusieurs.

ZEUS FABER, Linn.

En flamand : *Zonnevisch ;* en français : *Dorée* ou *Poisson St-Pierre.*

La chair de ce poisson est fort estimée aujourd'hui. On l'a longtemps dédaigné sur nos côtes. Il est assez commun.

[1] *Verhandl. d. Gesells. Naturforsch. freunde*, 1er Band., p. 388. Berlin, 1829.
[2] Schlegel, *De dieren van Nederland. Visschen*, p. 54.
[3] *Lijst van visschen in Nederland waargenomen*, p. 340.
[4] Nous avons ouvert seulement des poissons conservés dans la liqueur.

Ces poissons se prennent toujours isolément; il est rare d'en voir prendre plus de deux d'un coup de filet.

PATURE : Je trouve toujours l'estomac vide.

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Chondracanthus zei*, Guérin [1]. On trouve un ou deux de ces beaux Chondracanthes sur la plupart des poissons.

INTESTINS : *Ascaris fabri*, Rud. [2]; *Distomum caudiporum*, Rud.

XÉNOSITES.

Agamonema, en abondance sur le foie et sur les cœcums pyloriques; un *Cestode* indéterminé, enkysté dans le péritoine; *Cestoscolex*, dans les cœcums pyloriques et dans l'intestin, pl. V, fig. 18.

SPAROÏDES.

Les poissons de la famille des Sparoïdes [3] sont peu répandus au Nord; la Méditerranée en nourrit plusieurs; on en voit différentes espèces dans le golfe de Gascogne et sur la côte de Bretagne; mais dans la Manche proprement dite, et surtout dans la mer du Nord, on n'en voit qu'à titre d'exception. Nous ne connaissons que quelques exemplaires pris pendant une période de vingt-cinq ans par les pêcheurs d'Ostende.

PAGELLUS CENTRODONTUS, Cuv. et Val.

En flamand : *Zeebraesem ;* en français: *le Rousseau.*

Nous ne connaissons que fort peu d'exemplaires de ce beau poisson pris sur nos côtes. Nous n'en avons qu'un seul à Louvain.

Nous l'avons observé à une époque où nous ne nous occupions pas spécialement des parasites de ces animaux.

[1] Van Beneden, *Ann. des sc. nat.*, 3e sér., t. XVI, p. 110, pl. IV, fig. 5-7.

[2] C'est, pensons-nous, le même que Rudolphi a observé à Naples.

[3] Nous croyons que c'est par erreur que le *Chrysophis aurata*, Linn., est signalé par quelques auteurs dans la mer du Nord. C'est Gronovius qui le cite comme ayant été pris à Scheveningue, et M. Van Bemmelen le maintient parmi les poissons des côtes des Pays-Bas.

Sa pâture ainsi que son mobilier ne nous sont que fort incomplétement connus.

Diesing ne cite parmi les parasites du *Pagellus erythrinus* que le *Distomum spari* dans les intestins et un *Agamonema* dans le *Pagellus mormyrus* [1].

PATURE : *Picnogonon littorale.*

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Anchorella centrodonti*, Van Ben., pl. II, fig. 5.

ESTOMAC : *Distoma pagelli*, Van Ben., pl. IV, fig. 17.

CANTHARUS BRAMA.

En flamand : *Zeekarpel, Klipvisch;* en français : *Brême de mer.*

On en pêche quelquefois en été dans le port d'Ostende. Nous en possédons trois exemplaires qui proviennent de nos côtes.

Nous en avons eu heureusement quelques exemplaires vivants dans des moments favorables.

PATURE : Ce poisson est fort curieux sous ce rapport. Dans deux individus rapportés par nos pêcheurs au marché d'Ostende, au mois de septembre, nous avons reconnu : *Hyas coarctatus*, un petit crabe complet de la tribu des Mayens, deux Annélides à soies; *Pycnogonon littorale*, un individu complet; *Tellina solidula*, une valve complète; *Echinus miliaris*, Linn., un fragment; *Tubularia coronata*, divers fragments.

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Clavella bramæ*, Sp. nov.; *Anchorella canthari*, Van Ben. [2]; *Microcotyle erythrini* [3].

COECUMS PYLORIQUES : *Distoma pagelli*, Van Ben.

INTESTINS : *Ascaris...*, par milliers; *Distoma pagelli*, Van Ben.

XÉNOSITES.

Cestoscolex, en abondance dans les intestins.

[1] *Syst. helminth.*, vol. II, p. 417.
[2] Nous n'en avons trouvé qu'un exemplaire sur deux poissons.
[3] Van Beneden et Hesse, *Recherches sur les Bdellodes*, p. 115.

SQUAMMIPENNES.

A l'exception d'un seul, tous les poissons de la famille des Squammipennes appartiennent aux régions tropicales. Le poisson qui fait exception est le *Brama raii,* qui habite la Méditerranée et la mer du Nord. Nous avons pu nous en procurer trois exemplaires.

BRAMA RAII, Cuv.

En flamand : *Oud wijf;* en hollandais : *Braam,* et *Zeebraasem:*
en français : *Castagnole.*

On trouve quelquefois, mais accidentellement, ce poisson sur nos côtes. On en a trouvé également sur la côte de Suède. Dans l'hiver de 1824, on en a pris un auprès de la côte d'Elseneur (Danemark), où il est également très-rare [1].

Il est tourmenté par des vers intestinaux de beaucoup de sortes, dit Cuvier.

Le professeur Esmark a fait connaître dernièrement une espèce nouvelle de ce genre, provenant de Hammerfest et à laquelle il a donné le nom de *Brama raschii* [2].

PATURE : Nous n'avons rien trouvé dans l'estomac.

NOSTOSITES.

Chez un individu nous n'avons trouvé aucun parasite dans les chairs ni sur les branchies.

APPAREIL BRANCHIAL : *Distoma fillicolle,* Rud. [3]. Nous avons trouvé jusqu'à quatre couples sur un seul individu.

ESTOMAC : *Ascaris bramæ,* Van Ben., en quantité considérable.

XÉNOSITES.

Agamonema autour des cœcums pyloriques; *Cestoscolex* dans l'intestin.

[1] *Tidskrift for naturvidenk.,* cah. 10, p. 135.

[2] *Forhandl., Videnkabs-Selskabet* à Christiania; novembre 1861.

[3] Ce ver habite une poche qui s'ouvre dans la cavité branchiale le long de la ceinture de l'épaule; chaque poche renferme un couple. Van Beneden, *Mémoire sur les vers intestinaux,* p. 104, pl. X. Paris, 1858.

LABRUS MACULATUS[1].

En flamand : *Lipvisch ;* en français : *Vieille.*

Nous avons reçu ce poisson en vie, ainsi que le suivant, avec les homards de Norwége. Au mois de juillet 1845, les pêcheurs de Katwyk en ont pêché un qui est conservé à Leide (Van Bemmelen)[2].

PATURE : Poissons indéterminés. — Dans un individu pris par les pêcheurs d'Ostende, l'intestin était rempli de sable et ne logeait aucun parasite.

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Clavella labracis*, Sp. nov., en abondance[3], pl. I, fig. 4.

PEAU : *Anilocra mediterranea*[4].

INTESTINS : *Echinostoma labracis*, Dujardin; *Distoma labri*, Sp. nov.[5]; *Distoma rubellum*, Olsson; *Ascaris ungulatus*, Sp. nov.

XÉNOSITES.

FOIE : *Tetrarhynchus*, enkysté; *Cestoscolex* dans l'intestin.

[1] Nous trouvons dans les Labres trois espèces de Distomes parfaitement distinctes : une se fait remarquer par ses œufs, portant un filament à un des pôles, une autre par ses œufs fort petits et nombreux, et une troisième par ses grands œufs et en petit nombre.

Nous trouvons la même *Clavella* sur le *Labrus maculatus* et *Trimaculatus.*

C'est curieux de voir le grand nombre de Labres que l'on apporte au marché sur la côte de Bretagne et sur la côte de Norwége. A Christiania on se croirait, sous ce rapport, à Brest.

Diesing ne cite les parasites d'aucune des trois espèces que nous mentionnons.

[2] Depuis la présentation de ce mémoire, nous en avons reçu un qui a été pris par nos pêcheurs.

[3] Nous avons trouvé la même *Clavella* sur le *Labrus maculatus* et le *Labrus trimaculatus.*

[4] Cet Isopode acquiert une grande dimension, et sur le même poisson on rencontre souvent un mâle et une femelle. C'est sur le *Labrus cornubiensis* qu'on le trouve le plus souvent, et il n'est pas rare de voir le Léposphile sur le même poisson qui héberge l'Anilocra. Sur six individus de cette dernière espèce, nous avons observé, outre les Crustacés, un Distome sexué dans tous, un Distome agame dans deux, un autre Trématode et un Cestoscolex dans un seul. Les branchies ne portaient rien.

[5] M. P. Olsson a trouvé dans l'intestin un Distome auquel il donne le nom de *Commune* et qui est probablement le même; à un autre Distome du sous-genre *Brachycœlium* il a donné le nom de *D. rubellum*. Nous avons trouvé régulièrement deux espèces de Distomes dans les Labres de la côte de Bretagne, et souvent même une troisième.

LABRUS TRIMACULATUS, L.

En français : *la Vieille couleur de chair.*

Commun sur la côte de Norwége et de Bretagne. Nous en avons reçu différentes fois en vie par le navire qui apporte les homards.

PATURE : Poissons indéterminés.

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Clavella labracis*, pl. I, fig. 4.

INTESTINS : *Echinorhynchus roseus*, Sp. nov.

XÉNOSITES.

Cestoscolex, en abondance.

CTENOLABRUS RUPESTRIS, Val,

= PERCA RUPESTRA, Mull, *Zool. dan.*, pl. CVII, = LUTJANUS RUPESTRIS, Bloch, *Tab.* 250, fig. 1.

Je n'en ai vu qu'un seul exemplaire qui a été pris par les pêcheurs de Blankenberghe. Je le dois à l'obligeance de M. le major Le Hon. Je n'ai pu l'examiner frais.

Diesing cite dans cette espèce un seul parasite : le *Distoma fasciatum.*

GOBIUS NIGER, L.

En flamand : *Goveken ;* en français : *Boulereau noir ;* Gronovius lui donne le nom de *Meune.*

On le trouve parfois avec le *Gobius minutus* dans les eaux peu profondes. Il se distingue du Minutus par sa couleur noire et par sa tête plus grosse.

Nous l'avons observé très-rarement sur nos côtes.

PATURE : Crustacés microscopiques.

NOSTOSITES.

COECUMS PYLORIQUES ET INTESTINS : *Ascaris*, en voie de développement.

XÉNOSITES.

Agamonema.... — Un individu, aussi long que l'abdomen, occupait la cavité abdominale; *Cestoscolex*, de très-petite taille, et une espèce d'une taille plus forte.

GOBIUS MINUTUS.

En flamand : *de kleine Govie.*

Ce poisson vit fort bien dans les aquariums.

Il est trop petit pour avoir attiré l'attention des pêcheurs. On peut en prendre des milliers en un quart d'heure de temps, dans les fossés et les réservoirs des huîtrières.

J'ai trouvé, au mois d'août, un jeune poisson, d'un centimètre de long, ayant un Crustacé microscopique dans l'estomac et cinq Scolex de Cestoïdes dans l'intestin.

PATURE : *Canthocamptus strömii; Arpacticus chelifer.*

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Gyrodactylus elegans* [1].

INTESTINS : *Distoma flavescens*, Sp. nov., pl. V, fig. 4.

XÉNOSITES.

Cestoscolex avec taches de pigment rouge et d'autres sans taches, avec ventouse buccale très-grande.

ANARRICHAS LUPUS, L.

En flamand : *Zeewolf*, en français : *Loup marin* ou *Chat marin.*

Il n'est pas très-rare.

La chair est peu estimée à cause de son aspect; mais elle est fort bonne, et peut être comparée à celle des meilleurs poissons.

Ce poisson est assez répandu sur la côte de Groënland et d'Islande, et les habitants de cette île le mangent séché, bouilli ou rôti. La vésicule du fiel est fort grande et la bile qu'elle contient est employée comme savon. Il paraît qu'on utilise la peau pour faire des chaussures.

[1] Quoique ce ver appartienne aux poissons d'eau douce, nous ne voyons pas de différence entre lui et ceux qui vivent sur le Gobius. Du reste, M. Semper a déjà observé ce même parasite microscopique sur le *Cyclopterus lumpus.*

On le trouve également dans la mer Blanche et dans la mer Glaciale. Ce poisson atteint jusqu'à deux mètres de longueur.

PATURE : *Spatangus purpureus; Echinus miliaris* dans la plupart des individus. — Nous en avons ouvert deux qui avaient l'estomac complétement vide.

NOSTOSITES.

CORPS : *Anchorella rugosa*, Kr. [1], *Ichtyobdella anarrhicæ*, Dies. [2], pl. III, fig. 1.

INTESTINS : *Distoma incisum* [3], pl. IV, fig. 5.

VÉSICULE DU FIEL : *Distoma incisum*, Rud. [4]. — Nous en avons trouvé plus de cent dans une seule vésicule. C'est sans doute le *Distoma anarrhicæ* de Rathke; mais il est étonnant que Rathke ne fasse pas mention de la couleur noire du tube digestif. Les deux cœcums forment deux traînées qui tranchent à côté de la ventouse rougeâtre du ventre. Nous en avons trouvé dans tous les loups de mer que nous avons étudiés jusqu'à présent. P. Olsson a donné à ce Distome le nom de *Distoma Fellis*.

XÉNOSITES.

Nous n'avons trouvé aucun parasite de cette catégorie.

Observations. — Nous avons reçu par l'obligeance du docteur Danielsen un *Anarrichas panterina* de la côte de Norwége. C'est un poisson excessivement rare, m'écrit le docteur Danielsen. Les exemplaires de l'*Anarrichas lupus* de Norwége ne diffèrent des nôtres sous aucun rapport.

[1] *Ann. des sc. nat.*, 3e sér. t. XVI, pl. VI, fig. 7-10.

[2] *Sur la face interne des opercules*, Van Beneden et Hesse, *Recherches sur les Bdellodes...*, p. 26, pl. I, fig. 9-13. Un mâle de taille moyenne, pris le 5 juin, avait dix-huit *Ichtyobdella anarrhicae* sur les branchies et sur la peau qui tapisse la cavité branchiale; la vésicule du fiel était pleine de *Distoma* d'un millimètre de longueur, dont les œufs commençaient à remplir l'oviducte.

[3] En portant sur le porte-objet du microscope un peu de mucosité de l'intestin, pris au hasard, on est sûr de trouver des Distoma microscopiques, les uns portant déjà une énorme ventouse ventrale, qui rappelle celle du Distoma de la vésicule du fiel, les autres, plus petits encore, une ventouse ventrale fort petite et deux taches de pigment en dessous de la ventouse buccale. Se rapportent-ils au même animal? M. P. Olsson cite dans l'intestin de ce poisson le *Distoma altemon*, Rud., qu'il aurait trouvé également dans quelques Pleuronectes, *flesus* et *microcephalus*. — Ce même Distome est signalé dans l'intestin de ce poisson par le docteur Cobbold, *Proc. Zool. Soc.*, 1865, p. 525.

[4] *Danske Selsk. Skrift.*, t. V, p. 70, pl. II, fig. 3.

PHOLIS LÆVIS, Flemm.

En hollandais : *Steenslijmmvisch;* en français : *la Baveuse commune.*

M. Van Bemmelen fait mention de ce poisson dans son catalogue des poissons observés dans les Pays-Bas. Trouvé entre les pierres, dit-il, à l'île de Walcheren (Maitland), et observé par lui-même au Helder. Nous ne l'avons pas observé sur nos côtes.

M. Éd. Van Beneden a étudié ce poisson sur la côte de Bretagne et il me communique les observations suivantes :

PATURE : *Balanes.* — Dans l'estomac se trouvent régulièrement des débris de Balanes, des fragments de granit et des restes de Crustacés.

NOSTOSITES.

PEAU : *Anceus.* — Sur la peau d'un individu se trouvait un Praniza, qui, le lendemain, s'était transformé en Ancée.

INTESTINS : *Echinorhynchus tereticollis*, d'après Cobbold; *Distoma......* — Remarquable par une grande ventouse; on en voit un très-grand nombre et tous agames.

ZOARCES VIVIPARUS, Nills.

En flamand : *Puitaal, Lompje;* en français : *Blennie vivipare.*

On confond souvent ce poisson avec les Motelles, dont il a l'aspect et les habitudes. Il est fort commun le long de la côte, mais on l'estime trop peu pour le porter au marché. Il s'étend jusqu'au cap Nord et peut-être jusqu'à la mer Blanche, dit M. Malmgren [1].

PATURE : *Crangon vulgaris.*

NOSTOSITES.

VÉSICULE BILIAIRE : *Distoma......*

CAVITÉ DE LA BOUCHE : *Distoma rufoviride.*

INTESTINS : *Amphicephalus paradoxus*, Éd. Van Ben.; *Ascaris acuta*, Rud. [1].

[1] *Kritische Uebersicht*, p. 290.

Diesing cite les noms suivants :

Distomum divergens.
Echinorhynchus proteus.
Ascaris acuta.

Tous les trois dans l'intestin.

XÉNOSITES.

Tetrarynchus.....; *Echinorhynchus* [2]; *Cestoscolex.*

CENTRONOTUS GUNELLUS, L.,

= Gunellus vulgaris, Flemm.

En hollandais : *Botervisch;* en flamand (à Ostende) : *Wolftie;* en français : *Gonnelle.*

Les pêcheurs de crevettes en prennent de temps en temps à Ostende. Depuis deux ans, nous avons pu nous en procurer une dizaine d'individus de toute grandeur.

On trouve ce poisson jusqu'au Finmark, où il est même extraordinairement abondant [3]. Il est commun sur la côte de Norwége, d'Angleterre et de Groënland.

Pature : *Portunus holsatus.* — Nous en avons vu régulièrement des débris dans l'estomac et l'intestin.

XÉNOSITES.

Cestoscolex.

CYCLOPTERUS LUMPUS, Linn.

En flamand : *Stronlfreter, Snotdolf;* en français : *Lump, Gras-Mollet.*

Il n'est pas très-rare, mais on ne fait aucun cas de sa chair.

D'après le nom que les pêcheurs flamands lui donnent, ce poisson serait crotophage. Nous avons été longtemps sans découvrir aucun débris solide dans son estomac.

[1] Schneider et Cobbold.
[2] Ce ver est enkysté dans le péritoine. Il a été observé par mon fils.
[3] Malmgren, *loc. cit.*

Ce poisson se trouve répandu au Nord jusqu'à la mer Blanche, les côtes d'Islande, de Groënland et peut-être même de Spitzberg [1].

PATURE [2] : *Crangon vulgaris; Mysis vulgaris.* — Dans un jeune individu de trente-cinq millimètres de longueur, nous avons trouvé l'estomac rempli de débris de Crustacés. Nous avons reconnu des *Idotées* ayant à peu près la moitié de la longueur du corps du poisson qui les avait avalés. Dans un autre, qui n'avait pas plus d'un centimètre, l'estomac contenait des Crangons et des Mysis jeunes.

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Gyrodactylus elegans* [3]; *Caligina* (Van Ben.) *cyclopteri.*

ESTOMAC : *Distoma.*

FOIE. — Le Dr Cobbold signale la *Filaria capsularis* sur le foie [4].

INTESTINS : *Distoma reflexum*, Crepl., pl. V, fig. 3; *Distoma batryophoron*, Olsson [5]; *Gasterostoma*, Sp. nov. [6]; *Agamonema* [7].

XÉNOSITES.

DANS L'ÉPAISSEUR DU PÉRITOINE : *Tetrarhynchus*...; *Agamonema* [8]...; *Cestoscolex*, en abondance [9].

[1] Malmgren, *loc. cit.*, p. 286.

[2] On trouve rarement des traces de pâture dans les poissons adultes.

[3] M. Semper a vu des Gyrodactyles qui, s'ils ne sont pas identiques, sont au moins semblables au *Gyrodactylus elegans*, d'après G. Wagener; *Ueber Gyrodactylus elegans*, ARCHIV. F. ANAT. UND PHYSIOL., 1860, p. 769.

[4] *Proc. Zool. Soc.*, 1865, p. 325.

[5] Sur les côtes de Bergen.

[6] Ce ver a été trouvé par M. Ed. Van Beneden.

[7] Nous avons trouvé cet *Agamonema* dans l'intestin; il ressemble complétement à celui qui est enkysté dans le péritoine. Ces vers ne diffèrent que par la taille : celui de l'intérieur ne mesure guère plus de deux millimètres, tandis que celui qui est enkysté en mesure au moins dix.

[8] Nous en avons trouvé enkystés dans un poisson qui n'avait pas plus de $0^m,035$.

[9] Une femelle pleine d'œufs mûrs, prise le 13 août, avait comme toujours les intestins, et surtout le gros intestin, pleins de Cestoscolex de toutes les grandeurs, dont le grand nombre était visible à l'œil nu. Dans un jeune individu d'un pouce et demi de longueur les Cestoscolex remplissaient déjà les cœcums pyloriques.

LIPARIS BARBATUS, Ekstr.

En flamand : *Zeeslak-visch* [1]; en français : *Liparis.*

Il y a des moments où les pêcheurs de crevettes à Ostende en prennent en grande abondance. Il nous est arrivé d'en trouver au printemps une vingtaine dans le canot d'un seul pêcheur. M. de Selys Longchamps l'a observé à Heyst.

On trouve ce poisson jusqu'au fond de la Baltique, et M. Malmgren nous apprend que M. Lovèn n'a pas trouvé la moindre différence avec un Liparis de Kamschatka. Selon toute probabilité, cette espèce s'étend également jusqu'à la mer Blanche et la côte de Spitzberg. Kroyer ne signale pas moins de quatre espèces de ce genre sur la côte de Groënland [2].

Pature. — Nous n'avons pas trouvé de débris dans leur estomac.

NOSTOSITES.

Intestins : *Gasterostoma.*

XÉNOSITES.

Agamonema; Cestoscolex.

CALLIONYMUS DRANUNCULUS, L.

En flamand : *Abschauer, Geernaerts-Oomtje;* en hollandais : *Pitvisch* [3];
en français : *Savary* ou *Doucet.*

Ce poisson n'est pas rare sur nos côtes.

Les sexes diffèrent tellement entre eux que pendant longtemps on a désigné les mâles et les femelles sous des noms différents : *Callionymus lyra* et *Callionymus dracunculus.*

[1] Gronovius signale ce poisson sous le nom de *Cyclogaster* (Kringbuyk), et en donne une figure très-reconnaissable. *Animal. in Belgio habitant. Centuria prima,* p. 265, n. 165.

[2] *Loc. cit.,* p. 287.

[3] Les pêcheurs hollandais le désignent également sous le nom de *Pilatus-Vischje,* et de *Schelvischduivel.* Nous en avons trouvé de fort petits, mais très-reconnaissables, de trois à quatre centimètres de long, dans l'estomac du *Gadus pollachius.*

Pature : *Crangon vulgaris; Nerita littoralis; Ophiura lacertosa; Echinocyamus pusillus.*

NOSTOSITES.

Branchies : *Lernœa branchialis*, L. [1].

Intestins : *Distoma callionymi*, Sp. nov., pl. IV, fig. 8; trois *Ascaris*........

XÉNOSITES.

Cestoscolex dans l'intestin.

Observations. — Ce poisson n'est pas cité par Diesing pour ses parasites. Nous avons vu jusqu'à trois Nématodes différents dans l'estomac et l'intestin.

ECHENEIS REMORA.

Signalé par M. de Selys d'après les journaux en 1842. Nous devons, en tout cas, le considérer comme étant amené accidentellement par l'un ou l'autre grand poisson. On l'a signalé sur des Squales bleus pris sur la côte d'Islande.

Pature.—Sa pâture est complétement inconnue. Nous n'avons rien trouvé dans l'estomac d'un individu conservé dans la liqueur. Il est à désirer que l'on trouve l'occasion de visiter quelques individus sous ce rapport. On ne lui connait aucun ver parasite. On n'y trouve qu'un Lernéen.

Branchies : *Penella remoræ*, d'après M. Murray [2].

LOPHIUS PISCATORIUS, L.

En flamand : *Roggefreter, Zeeduivel;* en français : *la Baudroie* ou *Raie pêcheresse.*

C'est un poisson d'un aspect repoussant. Il est presque tout tête. La chair n'est pas mangée, même par les pauvres.

[1] Nous disons *Lernœa branchialis;* mais un examen attentif ferait peut-être reconnaître une espèce voisine.

[2] Murray, *Description of a new species of Penella (p. remoræ).* Edinb. n. phil journ. 1856.

PATURE. — Le Dr Mac-Intosh a trouvé dans l'estomac d'un *Lophius piscatorius*, à côté de Carrelets, un *Cottus bubalis*, d'environ un pied de longueur, dont l'abdomen était distendu par deux *Carcinus mœnas* qui s'y trouvaient à côté de débris d'autres individus en partie digérés. Dans des crabes il a trouvé, en disséquant le système nerveux, un Distome agame enkysté et dans le foie un Nématode, également agame. Il pense que le Distome est destiné au *Lophius;* nous croyons que le Nématode est un *Coronilla* et que tous les deux sont destinés au *Scillium canicula* ou à une *Raia* [1].

NOSTOSITES.

Il n'y a pas de poisson plus infesté de parasites à l'intérieur et à l'extérieur. L'*Orthagoriscus mola* seulement l'emporte sur lui, dit, avec raison, M. Cobbald [2].

PEAU : *Calliobdella lophii*, Van Ben. et Hesse [3].

BRANCHIES : *Chondracanthus gibbosus*, Kr. [4], pl. II, fig. 3. — On trouve toujours ce beau Lernéen en abondance sur les branchies et dans la cavité branchiale. Il faut le détacher avec soin si on veut l'avoir complet. Nous en avons trouvé en place avec le mâle. Il y a des Baudroies sur lesquelles nous avons vu plus de cinquante individus. Sur une dernière Baudroie, de grandeur moyenne, nous n'en avons observé que six. Une grande Baudroie femelle, reçue au mois de décembre, ne contenait aucun Chondracanthe. C'est le second spécimen que nous observons sans parasites.

INTESTINS : *Ascaris rigida*, Rud.; *Ascaris lophii*, Mull., ZOOL. DAN.

XÉNOSITES.

Distoma....... enkysté dans la cavité de la bouche à côté du *Tetrarhynchus erinaceus* [5], pl. V, fig. 12; *Gasterostomum gracilescens*. — Nous avons trouvé ce ver enkysté sur les branchies. Nous en avons observé cinq ou six, tous exactement de la même grandeur et dans le même état de développement, pl. III, fig. 16, *a-d;* intestins : *Cestoscolex*.

Observations. — Ce poisson a été visité par un grand nombre d'helmin-

[1] *The Trematode larva and Ascaris of the Carcinus mœnas*, MICROS. JOURN., vol. V, pl. VIII.
[2] Cobbald, *Trans. Linn. Soc.*, vol. XXII, p. 161.
[3] *Recherches sur les Bdellodes....*, p. 36, pl. II, fig. 11-16.
[4] *Ann. des sc. nat.*, 3e série, t. XVI, p. 104, pl. III, fig. 10-15. — Rathke, *Z. Fauna Norwegens....*, p. 116. — W. Turner and Wilson, *On the structure of the Chondrac. lophii.* TRANSACT. OF THE ROY. SOC. OF EDINBURG, vol. XXIII, part. I, 1861-1862.
[5] Nous avons trouvé ce Tétrarhynque agame sur différentes Baudroies dans la cavité de la

tologistes. Voici le relevé des vers qui ont été observés sur lui, d'après Diesing :

NOSTOSITES.

Distomum (*Gasterostomum*) *gracilescens*; *Rhynchobothrium crassiceps*; *Bothriocephalus lophii*; *Echinorhynchus pumilio*; *Echinorhynchus acus*; *Ascaris rigida*; *Ascaris angulata*.

XÉNOSITES.

Rhynchobothrium tenuicolle; *Agamonema capsularia*; *Agamonema commune*; *Scolex polymorphus* = *Cestoscolex*.

MALACOPTÉRIGIENS.

—

MORRHUA VULGARIS, L.

En flamand : *Kabeljauw*. — *Muiltje*, dans le jeune âge ; en français : *Morue* ou *Cabillaud*.

Le *Gadus callarias* est le jeune de cette espèce.

Tout le monde connaît ce poisson, son extrême fécondité et les diverses formes sous lesquelles on le conserve. Il devient *Stokvisch*, *Bakeljauw* ou *Klipvisch*, morue (*Aberdaen* ou *Andorium*), selon la préparation qu'on lui fait subir. Le poisson salé le plus estimé vient du Doggersbank. Aux îles Lofoden la pêche de ce poisson occupe plus de 20,000 hommes, et l'on prend 20,000,000 de poissons pendant une saison. La pêche de la morue a été l'objet d'une étude spéciale de la part de M. Sars fils, et de M. Andrews [1].

PATURE. — M. Langhrin a fait le relevé des animaux qu'il a découverts dans l'estomac de quelques Gades pêchés à l'entrée du canal Saint-Georges; il a constaté la présence de vingt-neuf espèces de Crustacés décapodes [2]. Nous avons trouvé : *Spantangus violaceus*; *Portunus holsaticus*; *Pagurus bernhardus*.

bouche. Il est remarquable par la ténuité de ses trompes. Nous avons observé ce même Tétrarhynque sexué dans la *Raia rubus*. M. P. Olsson l'a reconnu sur la côte de Norwége.

[1] *Dublin Quarterly Journal of science*, t. I, 1861.

[2] *Journal of the proceed. Linnean. Soc.*, t. VI, p. 165.

NOSTOSITES.

CORPS : *Caligus elegans*, Van Ben. [1], pl. I, fig. 2. — Très-commun, et sur eux : *Udonella caligarum* [2]; *Anchorella uncinata*, Mull., pl. II, fig. 7.

BRANCHIES : *Lernœa branchialis*, L. [3]; *Pterocotyle morrhuæ*, Van Ben. et Hesse [4].

CAVITÉ DE LA BOUCHE : *Anchorella uncinata*, Mull. [5].

INTESTINS ET COECUMS PYLORIQUES : *Abothrium gadi*, Van Ben. [6], pl. V, fig. 14; *Echinorhynchus acus*, Rud. [7], pl. V, fig. 8; *Dacnitis gadorum*, Sp. nov. [8]; *Ascaris salaris*, Goeze; *Ascarophis morrhuæ*, Sp. nov. [9], pl. III, fig. 11; *Distoma æglefini.*

XÉNOSITES.

Tetrarhynchus erinaceus; Agamonema, pl. III, fig. 8. — Les cœcums pyloriques sont ordinairement chargés de guirlandes de Nématodes enkystés et, entre eux, on voit des Tétrarhynques éparpillées dans leurs kystes. On a trouvé des Psorospermies sur sa vessie natatoire [10].

[1] *Ann des sc. nat.*, 3e série, t. XVI, p. 91.

[2] Ces Caliges et Udonelles sont surtout abondants quand les poissons ont séjourné un certain temps dans le vivier. On trouve parfois ces poissons littéralement couverts de ces parasites.

[3] *Ann. des sc. nat.*, 3e série, t. XVI, p. 127, et *Mém. de l'Acad. roy. de Belg.*, t. XXXIII, pl. XIX, fig. 5-12.

[4] *Loc. cit.*, p. 106.

[5] Sur un jeune *Gadus morrhua*, monstrueux par sa bouche, au dixième de sa grandeur, envoyé de Bergen (Norwége), nous avons trouvé sur les nageoires pectorales et dorsales et à la commissure des lèvres, plusieurs *Anchorella uncinata* avec des œufs complets.

[6] On voit rarement un poisson qui n'en renferme un certain nombre. Ils ont la tête vers le fond des cœcums pyloriques, percent ordinairement les parois et forment, par la gaine, souvent dure et entortillée comme une tubulaire, une saillie à la surface de cet organe. Le corps du Strobile s'étend dans l'intestin. L'intestin grêle en est souvent obstrué.

[7] Nous avons vu des Échinorhynques d'un centimètre et demi de long, à peau brune et coriace, qui avaient l'air d'une Hirudinée. Généralement ils sont blancs et à peau à demi transparente. On en trouve régulièrement.

[8] Ce ver et le suivant s'observent régulièrement. Ce dernier, l'*Ascaris salaris,* se trouve dans l'estomac, l'intestin et jusque dans la vésicule du fiel. On peut, sans exagérer, attribuer à chaque cabillaud une cinquantaine de ces Filaires. Nous en avons vu jusqu'à deux et trois cents à la fois.

[9] Ce ver est extrêmement remarquable, d'abord par sa petite taille et ensuite par la forme effilée de l'extrémité céphalique. Toute la surface du corps est finement striée. Les œufs se distinguent de tous les autres par les filaments qui garnissent un des pôles.

[10] J. Muller et Retzius, *Ueber parasitische Bildungen.* MULLER'S ARCHIV, 1842, p. 193.

MORRHUA ÆGLEFINUS, L.

En flamand : *Schelvisch;* en français : *Ègrefin* ou *Èglefin.*

Tout le monde sait que c'est le poisson principal de nos marchés, et sa chair est à juste raison en très-haute estime.

On le prend à l'hameçon comme le cabillaud. Il s'étend au nord jusqu'au Spitzberg; mais il n'est pas connu sur la côte de Groënland.

Le *Schelvisch* arrive sur la côte depuis le mois d'octobre jusqu'en décembre. Il la quitte quand commencent les gelées.

PATURE : *Gadus carbonarius*, jeune; *Bullæa aperta*, Linn. [1]; *Natica glaucina; Donax anatina; Tellina donacina; Pectinaria belgica; Aphrodita aculeata; Mytilus edulis; Ophiura texturata*, Lamk.; *Antennularia antennina.*

NOSTOSITES.

CORPS : *Caligus curtus*, Mull. [2]; *Anchorella uncinata*, Mull. [3], pl. II, fig. 7; *Anchorella brevicollis*, Milne-Edw. [4].

BRANCHIES : *Brachiella impudia* [5].

CAVITÉ DE LA BOUCHE ET ESTOMAC : *Distoma appendiculata.*

INTESTINS ET COECUMS PYLORIQUES : *Distoma appendiculata; Distoma æglefini*, Sp. nov.; *Abothrium gadi*, Van Ben. [6], pl. V, fig. 14, et pl. VI, fig. 17; *Echinorhynchus acus*, pl. V, fig. 8.

XÉNOSITES.

Agamonema. — Dans le névrilème se trouvent des Trématodes enkystés, observés déjà par Monro. Moddax les rapporte au *Gasterostomum gracilescens* [7]. M. F. Olsson signale ce même Gastérostome agame dans les différentes autres espèces de Gade de la côte de Norwége. Tout récemment, Ratzel a désigné, sous le nom de *Monostoma isabellinum*, des

[1] On trouve les pièces osseuses rhomboïdales du gésier ordinairement isolées.

[2] Rathke l'a trouvé en abondance sur la côte de Norwége. *Beitr. z. Fauna Norweg...*, p. 99.

[3] *Ann. des sc. nat.*, 3e sér., t. XVI, pl. VI, fig. 2-3.

[4] Van Beneden, *Recherches sur les Crustacés....*, p. 153.

[5] *Règne animal illustré*, pl. XXXI, fig. 4.

[6] C'est sans doute le même ver que Rudolphe a appelé *Bothriocephalus rugatus.* — M. F. Olsson a vu ce même ver chez les *Gadus morrhua æglefinus* et *Pollachius* en Norwége.

[7] *Transact. micr. Soc. London*, t. VII, p. 87, tab. VIII.

parasites enkystés entre les membranes qui entourent le cerveau du *Gadus æglefinus* et qui tapissent les parois du crâne [1], *Tetrarhynchus*, pl. V, fig. 10.

Observations. — On voit sur les cœcums pyloriques des corps entortillés, jaunes, durs et comme cartilagineux, que l'on est tenté de prendre pour des kystes : ce sont des gaînes d'Abothriums qui logent ou qui ont logé l'extrémité céphalique de ce Cestode, pendant que le reste du Strobile plonge dans le commencement de l'intestin. C'est dans la même disposition que le même ver est logé chez le cabillaud.

MORRHUA BARBATUS, L.

En flamand : *Steenwilling*, *Steenbolk*; en français : *Mollet*.

Ce poisson a la chair moins consistante et il n'est pas aussi estimé que les espèces précédentes. On en prend dans la mer du Nord, et, comme le merlan, il se répand davantage vers le sud.

PATURE : *Portunus holsatus; Crangon vulgaris; Pagurus bernhardus*, sans coquille; *Eolis coronata*, *Forbes* [2]; *Buccinum undatum*, avec opercule.

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Lernæa branchialis*, L. [3]; *Anchorella uncinata*, Mull. [4]; *Octobothrium merlangi*, Kuhn. — Ce Trématode n'est pas rare.

INTESTINS ET COECUMS PYLORIQUES : *Abothrium gadi*, Van Ben.

XÉNOSITES.

INTESTINS : *Cestoscolex*. — On voit de ces Scolex par centaines, pour ne pas dire par milliers, et tous au même degré de développement. On en trouve déjà en abondance dans

[1] *Troschel's Archiv*, II Heft, 1868; p. 153.

[2] Nous avons trouvé des individus assez complets, reconnaissables par les plaques buccales et par les lames linguales.

[3] *Ann. des sc. nat.*, 3e série, t. XVI, p. 127. — Sur trois individus, de grande taille, je trouve quatre *Lernæa branchialis*.

[4] *Ann. des sc. nat.*, 3e sér., t. XVI, pl. VI, fig. 2-3. — Sur trois poissons je ne trouve qu'une *Anchorella uncinata*.

des poissons de douze centimètres de longueur. Ils ne dépassent pas en grandeur le volume d'un œuf de Cestode ordinaire. C'est par cette petitesse qu'ils sont surtout remarquables.

MERLANGUS VULGARIS, L.

En flamand : *Witting*, *Wijting*. — Les jeunes, *Meulenaer;* les jeunes, *Molenaar*, dit Gronovius, en 1762; en français : *Merlan*.

On en prend en quantité dans le chalut. La chair du merlan n'est pas aussi ferme que celle du *Schelvisch* et des cabillauds, mais le goût en est très-fin. Le foie, qui a une belle teinte rosée, est tenu en haute estime par les gourmets.

Pature : *Callionymus lyra* [1]; *Merlangus vulgaris; Gobius minutus* [2]; *Gasterosteus aculeatus; Clupea harengus* [3]; *Crangon vulgaris; Arpacticus chelifer; Cardium edule.* — Nous avons trouvé des fragments de coquille dans l'estomac; *Nereis.....*; *Echiure* de Gaertner; *Tubularia calamaris.*

NOSTOSITES.

Peau : *Heterobdella pallida*, Van Ben. et Hesse [4].

Branchies : *Anchorella uncinata*, Mull. [5]; *Octobothrium merlangi*, Kuhn. [6]. — Trois individus sur quinze poissons; *Lernæa branchialis* [7].

Estomac : *Ascaris....* — Nous avons trouvé quatre ou cinq individus dans un seul estomac, tous vivants et sexués.

Intestins : *Distoma æglefini*, Sp. nov.

XÉNOSITES.

Tetrarhynchus merlangi; *Cestoscolex.*

[1] Nous avons trouvé ce poisson entier dans l'estomac. Il était à la moitié de sa croissance et distendait extraordinairement la cavité digestive.

[2] Nous avons trouvé dans un merlan très-frais et qui venait d'être pris, des *Gobius* dans l'estomac, et dans les *Gobius*, des *Arpacticus chelifer*, les uns et les autres parfaitement conservés.

[3] J'ai trouvé un hareng tout entier, de grandeur ordinaire, dans l'estomac d'un grand individu.

[4] *Recherches sur les Bdellodes....*, p. 43, pl. I, fig. 25-26.

[5] *Ann. des sc. nat.*, 3e sér., t. XVI, pl. VI, fig. 2-3.

[6] Van Beneden, *Mémoire sur les vers intestinaux....*, p. 49, et *Note sur l'Octobothrium du merlan*, Bull. Acad. roy. de Belg., t. XXIII, fig. 1-13. M. F. Olsson signale l'*Octobothrium palmatum* de Leuck. sur le *Gadus melanastomus.*

[7] Nous avons vu un individu attaché au ventre et pénétrant à travers la peau jusqu'au foie.

MERLANGUS ALBUS, Yarr.

En flamand : *Vlaswijting*, *Mooie meisje* des pêcheurs.

Ce poisson n'est pas commun.

Nous avons obtenu quelques grands et beaux exemplaires, mais nous n'en avons pas recherché les parasites.

Ce poisson est fort remarquable sous plusieurs rapports, et particulièrement par le grand développement de ses Otolithes.

MERLANGUS CARBONARIUS.

En flamand : *Koolvisch;* en français : *Merlan noir* ou *Charbonnier*.

Les pêcheurs en prennent avec les cabillauds. A l'entrée du port d'Ostende, on en pêche régulièrement de petite taille et qui sont remarquables, à cet âge, par leur couleur verdâtre. Ce poisson est commun en Finmark, et se trouve jusque sur la côte de Groënland et de Spitzberg. Il est rare dans la Baltique.

Pature : *Gobius minutus* [1].

NOSTOSITES.

Intestins : *Bothriocephalus rugosus*, Cobbald; *Echinostoma gadorum*, Sp. nov. [2]; *Ascaris clavata; Ascaris.....*; *Echinorhynchus acus.*

XÉNOSITES.

Tethrarhynchus..... enkysté dans le péritoine; *Cestoscolex....* à taches rouges; *Cestoscolex* sans taches rouges.

Observations. — Sur un individu de douze centimètres, pris à l'huîtrière,

[1] Un jeune Gade, de quatre pouces de long, pêché à l'entrée du port, à Ostende, avait un *Gobius* dans la cavité de la bouche; du ventre de celui-ci sortaient quatre ou cinq Nématodes qui venaient de se dékyster.

[2] Nous comptons vingt-quatre piquants autour de la bouche. On ne connaît jusqu'à présent que peu d'Échinostomes dans ces poissons.

nous trouvons : une vingtaine de Scolex dans l'estomac, dans les cœcums et dans l'intestin; un Nématode enkysté dans le péritoine; un jeune Échinostome au milieu des Scolex.

MERLANGUS POLLACHIUS.

En flamand : *Pollak, Geulletje* [1]; en français : *le Lieu* ou *Merlan jaune.*

On n'en pêche jamais qu'en petite quantité.

PATURE : *Gobius minutus; Callionymus lyra; Mysis vulgaris; Gammarus locusta* [2].

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Octobothrium merlangi.* — Nous en avons trouvé quelquefois un à droite et un à gauche dans le même poisson; *Urceolaria gadorum*, Sp. nov. En lavant les branchies d'un poisson vivant sur le porte-objet du microscope, nous avons trouvé un grand nombre de ces remarquables infusoires. Deux jeunes poissons, de trois à quatre pouces de long, n'avaient rien d'autre sur les branchies.

INTESTINS : *Abothrium gadi*, Van Ben.; *Ascaris clavata; Distoma......*, fort commun; *Distoma (Echinostoma) scabra*, Mull. [3]; *Echinorhynchus acus.*

XÉNOSITES.

Cestoscolex dans l'intestin et dans les cœcums pyloriques.

LOTA MOLVA [4].

En flamand : *de Lenge;* en français : *la Lingue* ou *Morue longue.*

On le prend au milieu des *Morrhua vulgaris.*

Ce poisson se répand jusqu'en Finmark, où on le pêche à l'hameçon à

[1] On le confond avec le jeune cabillaud, dont il diffère par plusieurs caractères, particulièrement par l'absence de barbillons et par sa teinte jaunâtre.

[2] Dans de jeunes individus, nous avons trouvé l'estomac plein de *Gammarus locusta.* Dans l'estomac d'un individu plus âgé, un *Gobius minutus* à côté d'un *Callionyme lyre* et d'une demi-douzaine de *Mysis.*

[3] *Zool. dan.*, tab. LI, f. 1-8. Observé en avril par mon fils à Ostende dans un jeune animal.

[4] Ce poisson diffère beaucoup du *Gadus morrhua,* par la pâture et par les parasites.

une profondeur de quatre-vingts à deux cents brasses. Il est inconnu dans la Baltique (Malmgren).

PATURE : *Morrhua æglefinus; Merlangus vulgaris.* — Nous avons souvent trouvé ces poissons dans leur estomac, la queue dirigée vers le fond, de manière que la Lingue a dû les prendre en les poursuivant; *Æga bicarinata*, Leach.

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Pterocotyle palmata*, Van Ben. et Hesse [1]. — Nous en avons trouvé jusqu'à cinq individus sur un seul poisson, dont un de deux centimètres de long; *Caligus curtus*, Mull.

CORPS : *Æga bicarinata*, Rathke [2]; *Caligus curtus*, Mull. [3].

ESTOMAC : *Ascaris clavata.* — Nous en avons souvent trouvé une demi-douzaine; *Distoma appendiculata.*

INTESTINS : *Echinorhynchus acus; Distoma scabra; Distoma furcatum; Distoma fulvum; Cucullanus marinus*, Zeder; *Dacnitis globosa*, Dujard., d'après Cobbald.

XÉNOSITES.

Tetrarhynchus.......; *Agamonema*.......; *Cestoscolex*, dans l'intestin et dans les cœcums.

BROSMIUS BROSME, Cuvier.

Nous avons hésité à inscrire ce poisson à cause de sa grande rareté. Fort commun sur la côte de Norwége, nous n'en avons jamais vu sur notre littoral qu'un jeune individu. Il est commun sur la côte de Finmark où il se tient à de grandes profondeurs.

PATURE. — Nous n'en savons rien.

[1] *Recherches sur les Bdellodes*, p. 107, pl. XI, fig. 1-13.

[2] Rathke a trouvé cet animal à l'île Griepe, sur la côte de Norwége, courant rapidement sur le *Gadus molva*. Il n'y a pas de doute que l'*Æga* n'attaque ce poisson et ne s'en nourrisse, dit Rathke, *Beiträge zur fauna Norwegens*, ACT. NAT. CURIOS., p. 35, pl. VI, fig. 1-18.

[3] C'est, d'après Rathke, le *Caligus bicuspidatus* mâle et le *Caligus Mulleri* femelle de Nordmann, ainsi que le *Calligus Mulleri* de Leach. Il a trouvé ce Crustacé en abondance sur la *Lingue*, près de l'île Griepe. (Rathke, *Beitr. z. Fauna Norwegens*, p. 99.)

NOSTOSITES.

Nous n'avons pas eu l'occasion de les étudier; le seul exemplaire que nous en ayons obtenu était conservé dans la liqueur. On ne cite chez lui qu'un Nématode enkysté; il n'a pas été, du reste, l'objet de recherches suivies.

MOTELLA QUINQUECIRRATA.

En flamand : *Lompje;* en hollandais : *Landvisch;* en français : *Mustèle.*

Ce poisson est commun à Ostende. On le trouve à peu de profondeur sous les pierres.

La *Motella tricirrhata* se trouve au nord sur la côte de Norwége, et au sud sur la côte de Bretagne. Nos eaux sont sans doute trop peu profondes pour lui, et surtout le fond trop sablonneux.

PATURE : Petits poissons; œufs de crabes; *Crangon vulgaris; Gammarus locusta; Mysis vulgaris; Nereis.*

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Gyrodactylus.....*

CAVITÉ DE LA BOUCHE : *Distoma......*

COECUMS PYLORIQUES : *Ascaris.....*, jeune.

ESTOMAC : *Ascaris......*, six ou sept dans un seul poisson.

INTESTINS : *Echinostoma* [1], pl. V, fig. 1, 2; *Distoma*, très-abondant; *Distoma fulvum*, d'après Cobbald; *Distoma motellæ*, Van Ben.; *Ascaris; Dibothrium rugosum*, Rud.

XÉNOSITES.

Tetrarhynchus......, enkysté; *Agamonema......*, enkysté sur le foie avec organes sexuels, mais pas d'œufs. Des *Cestoscolex*, remarquables par leur longueur; un autre, par ses taches de pigment, et le troisième, par sa taille et ses bothridies fenestrées; *Echinorhyncus* enkysté, pl. V, fig. 6.

[1] Un jeune conservait encore les deux taches oculaires.

AMMODYTES TOBIANUS [1].

En flamand : *Smeelte, Zandael;* en français : *Lançon.*

Commun à Ostende, se retire dans le sable à basse marée.

Nous en avons vu quelquefois de diverses grandeurs en grande quantité dans les filets des pêcheurs de crevettes.

La chair de ce poisson est délicate.

L'*Ammodytes lancea* ne paraît en être qu'une variété.

Il est mangé par le Congre.

PATURE : Crustacés microscopiques.

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Gyrodactylus* [2], pl. III, fig. 13.

ESTOMAC : *Distoma ocreatum*, Molin [3]; *Ascaris*.......

INTESTINS : *Ascaris*......

XÉNOSITES.

Agamonema, enkysté dans le péritoine; *Cestoscolex.*

CLUPEA HARENGUS.

En flamand : *Hering, Haring;* en français : *le Hareng commun* [4].

Tout le monde sait avec quelle régularité ce poisson apparaît périodiquement dans les mêmes parages. Il quitte les profondeurs à des époques fixes et se rapproche de la côte pour frayer. Il lui faut une température de 3° à 4° au-dessus de zéro.

Pâture. — Cette question a beaucoup intéressé, à diverses époques, les

[1] Si nous nous en rapportons à Diesing, ce poisson n'a pas encore été étudié sous le rapport des parasites qu'il nourrit.

[2] Ce Gyrodactyle a été observé par mon fils, au mois d'août, à Ostende.

[3] Deux individus sur les branchies et un dans l'intestin; tous les trois chargés d'œufs, le 13 août. Chez un autre individu, je trouve cinq *Distoma*...... dans l'estomac (portion œsophagienne et pylorique), mais aucun autre ver dans l'intestin. Chez un autre, six ou sept Distomes dans la cavité de la bouche, autant dans la première portion de l'estomac; rien dans l'autre portion ni dans l'intestin. Un Nématode enkysté dans le péritoine.

[4] Sous le nom de *White beate*, on désigne un petit poisson que l'on prend en abondance, dans la Tamise, à une époque déterminée de l'année, et qui est fort recherché par les amateurs

naturalistes comme les pêcheurs; il y a de la pâture nuisible à la chair du poisson, pâture qui lui communique un mauvais goût et le fait repousser du commerce. Il y a des harengs que l'on ne parvient pas à saler convenablement, dont la chair devient rouge et se gâte à l'intérieur quand leur pâture est de couleur noire. M. Boeck, chargé par son gouvernement de l'étude du hareng, a soumis cette question de la pâture à un examen rigoureux, et il donne la solution des divers problèmes qu'il a cherché à résoudre [1].

On avait pensé d'abord que la pâture du hareng consistait uniquement en vermisseaux, mais depuis on a reconnu qu'ils mangent une innombrable quantité de Crustacés.

Kroyer pense que ce sont des Mysis; Valenciennes, au contraire, suppose que ce sont des Copépodes, du moins sur les côtes d'Écosse (*Tispe furcata et Canthocamptus stromii*), et M. Munter dit que c'est surtout le *Cyclopsine castor*, du moins sur la côte de Poméranie [2].

Voici le résultat des observations de M. Boeck :

Les pêcheurs admettent trois pâtures différentes : la rouge, la jaune et la noire, en partie d'après la couleur de la proie, en partie d'après la couleur des fèces.

M. Boeck a trouvé dans cette pâture rouge, qui était recherchée aussi par les maquereaux et qui colore la mer en rouge par son abondance, des Copépodes microscopiques, dont les plus grands ne dépassaient pas une ligne. Ce sont des espèces des genres *Calanus*, *Eikocalanus*, *Centropages* et *Anomalocera*. Ce sont ces animaux qui fournissent la graisse aux maquereaux et aux harengs.

Au Spitzberg cette pâture rouge sert aux oiseaux et, dans les mers du Sud, aux baleines, dit M. Boeck.

qui vont en manger à Gravesend. D'après les observations de M. Gunther, ces *White beate* ne sont autre chose que de jeunes harengs, mêlés parfois de quelques autres jeunes poissons.

[1] Axel Boeck, *Ueber Heringsasung*, *Tidskrift for Fiskeri*, I Jahrg. Kopenhagen, 1867, traduit par Troschel, dans Troschel's Archiv. S. H., 1868, p. 72.

[2] En automne et en hiver les harengs et les sprots ont le canal intestinal plein de *Mysis*, de *Gammarus* et de *Copépodes*, dont la mer, dans la baie de Kiel, fourmille dans ce moment, dit le Dr Möbius. — C'est la proie qui les y attire, dit-il, et si ces Crustacés n'y existaient pas, les harengs ne sauraient se sustenter dans ces parages. Möbius, *Ueber Austern und Miesmuschelzucht*... Berlin, 1870.

M. Boeck n'a pas eu l'occasion d'étudier la pâture des harengs à excréments jaunes, mais il pense, d'après ce qu'on lui a assuré, qu'elle consiste en Copépodes transparents et surtout en larves d'Annélides de tout genre qui hantent la côte de Norwége. La couleur jaune paraît provenir de la couleur des soies des jeunes Annélides.

La pâture noire gâte le poisson destiné à être salé. Elle est formée de jeunes Gastéropodes, surtout de jeunes Rissoaires, dont le *Tortillon* se gâte dans l'estomac; le suc gastrique, ne pouvant l'atteindre au fond des tours de spire, la mauvaise odeur que contracte la pâture se communique au poisson.

Les harengs de printemps ne sont jamais dans le cas de se gâter par la pâture; ce sont seulement les harengs d'été et d'automne, dit M. Boeck : les premiers ne s'occupent guère que de choisir les lieux favorables à la ponte de leurs œufs et jeûnent, tandis que les autres sont plus occupés de la recherche de leur pâture que des soins de la reproduction.

Nous avons donc à signaler les espèces suivantes parmi les animaux qui forment habituellement leur pâture :

PATURE [1] : *Mysis*, *Gammarus*, *Tispe furcata*, *Canthocamptus stromii*, d'après Valenciennes, sur les côtes d'Écosse; *Cyclopsina castor*, d'après Munter, sur les côtes de Poméranie; *Calanus*.....; *Eikocalanus*.....; *Centropages*.....; *Anomalocera*.....; *Annélides chetopodes*, larves; *Rissoaires*.

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Octocotyle harengi*, Van Ben. et Hesse [2].

INTESTINS : *Distoma appendiculata*. — On trouve ce Distome fort souvent; *Ascaris clupeæ*, Sp. nov.

XÉNOSITES.

Cestoscolex.

Observations. — Sur la côte de Norwége il y a une pêche d'hiver et une pêche d'été. Nous voyons également des harengs sur nos côtes pendant l'hiver, mais en moindre quantité qu'en été. Nous en voyons régulièrement au marché au mois de février, de mars et d'avril.

[1] Dans l'estomac de harengs pêchés au commencement du mois d'avril sur nos côtes, nous avons trouvé des œufs de leur propre espèce.

[2] *Recherches sur les Bdellodes*, p. 98, pl. IX, fig. 1-10.

CLUPEA SPRATTUS.

En flamand : *Sprot* et *Blik* [1]; en français : *Esprot*, *Melet*.

Abondant dans l'arrière-saison. On le désigne souvent sous le nom de *Sardine*. Il est fumé comme le hareng.

On en prend sur la côte de Norwége jusqu'en Finlande.

PATURE : *Mysis*, *Gammarus*, *Cyclops;* des débris d'autres petits Crustacés; des coquilles de *Nonianina*.

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Octostoma heterocotyle*, Sp. nov.

OEIL : *Lerneonema monillaris*, Milne-Edw. [2]. — Nous l'avons trouvé, à Ostende, sur le globe de l'œil.

COECUMS ET INTESTINS : *Distoma appendiculata; Distoma minima*, Sp. nov. [3]; *Distoma ventricosum; Gasterostoma clupeæ*, Van Ben.; *Ascaris clupeæ*, Sp. nov.

XÉNOSITES.

Agamonema.....; *Tetrarhynchus*......; *Cestoscolex*......

ENGRAULIS ENCRASICHOLUS, Linn.

En flamand : *Anchovis;* en français : *Anchois*.

Ce poisson est l'objet d'une pêche spéciale dans l'Escaut pendant les mois d'été. Nous ne l'avons jamais vu à Ostende.

PARASITES.

PEAU : *Ascaridina*......, Van Ben. — Souvent en masse sur le corps.

COECUMS PYLORIQUES ET INTESTINS : *Ascaris*......

[1] Ce nom de *Blik* est donné aux jeunes par les pêcheurs de l'Escaut.

[2] *Hist. nat. des Crustacés*, Atlas, pl. XLI, fig. 5-6. Nous avons, comme Milne-Édwards, trouvé ce parasite sur l'œil d'un jeune poisson. Il y a quelques faibles différences entre le parasite décrit et celui que nous avons observé.

[3] Nous avons trouvé ce ver en abondance dans les cœcums pyloriques et dans les intestins de deux individus pris dans le réservoir de l'huîtrière et, à côté d'eux, des Scolex de Cestode.

XÉNOSITES.

Cestoscolex, dans l'intestin et dans les cœcums pyloriques; *Cestoscolex*......, espèce plus petite.

ALOSA FINTA, Cuv.

En flamand : *Meijvisch*, et *Schot*, à la Panne; en français : *la Finte*.

Très-commun, au mois de mai, dans l'Escaut et dans la Meuse. On en prend aussi sur la côte et dans l'arrière-port à Ostende.

Les petits poissons connus sous le nom de *Scardegne* à Ostende, et que l'on prend en abondance à l'entrée du port, ne paraissent être, en général, que des jeunes de cette espèce, comme les *White beate* de la Tamise sont en général de jeunes harengs.

PATURE : *Balanus balanoïdes*, jeunes.

PARASITES.

BRANCHIES : *Anchorella emarginata*, Kr. [1], pl. II, fig. 2; *Octobothrium lanceolatum*, Duj. [2], en abondance.

ESTOMAC : *Distoma appendiculata*, en abondance; *Distoma ventricosa*, pl. IV, fig. 11; *Gasterostoma*.

XÉNOSITES.

Cestoscolex......, en abondance.

ALOSA COMMUNIS, Cuv.

En flamand : *Elfte;* en français : *Alose.*

Commun, au mois de mai, dans l'Escaut et dans la Meuse.

PATURE : Amphipodes indéterminés; *Eudendrium ramosum;* débris de plantes.

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Octobothrium lanceolatum*, Duj. [3], commun. — Nous n'avons jamais étudié

[1] Van Beneden, *Ann. des sc. nat.*, 3me sér., t. XVI, p. 113, pl. VI, fig. 4-6.
[2] Van Beneden, *Mém. sur les vers intestinaux*, p. 45, pl. V.
[3] *Mém. sur les vers intestinaux*, p. 45, pl. V. On en trouve jusqu'à cinquante sur un seul poisson.

une Alose sans en trouver un grand nombre; *Ophicotyle fintæ*, Van Ben. et Hesse [1]; *Glossocotyle alosæ*, Van Ben. et Hesse [2]; *Anchorella emarginata*, Milne-Edw. [3].

INTESTINS : *Distoma appendiculata*, commun. — On trouve ce Distome en abondance dans les jeunes poissons que l'on prend en si prodigieuse quantité à Ostende pendant tout l'été et que l'on désigne sous le nom de *Scardegne; Distoma ventricosum; Monobothrium.....*, Nov. gen.; *Ascaris adunca*, Rud. [4].

XÉNOSITES.

Cestoscolex.

SALMO SALAR, L.

En flamand : *Zalm;* en français : *Saumon.*

Les pêcheurs d'Ostende et de Blankenberghe ne prennent jamais ce poisson en mer. Ils ne pêchent jamais, du reste, qu'au chalut.

NOSTOSITES.

PEAU : *Caligus stromii* [5].

ESTOMAC : *Distoma reflexum*, Crepl.; *Distoma varica,* Zeder [6]; *Distoma ocreatum,* Molin [7].

INTESTINS : *Bothriocephalus proboscidea*, Rud.; *Ascaris......*

XÉNOSITES.

Agamonema......; *Cestoscolex,* fort petits, ne dépassant pas en volume un œuf de Distome ordinaire.

Observations. — En ouvrant l'estomac, on trouve ordinairement des *Distoma varica* isolés dans toute sa longueur; dans les cœcums pyloriques et dans les intestins on voit plusieurs *Bothriocephalus proboscidea;* dans

[1] *Rech. sur les Bdellodes*, pl. IX, fig. 19-28.
[2] *Loc. cit.*, pl. IX, fig. 11-18.
[3] Il n'est pas rare de trouver jusqu'à six *Anchorella* sur un poisson.
[4] Schneider, *loc. cit.*
[5] Ström, *Selskabs. Skrifter.*, vol. X, p. 23, t. VII, f. 1-7; *Ann. nat. hist.*, 1848, mai, n° 5, p. 397.
[6] Muller, *Zool. dan.*, pl. LXXII, fig. 8-11.
[7] Goeze, *Versuch. ein naturg.*, tab. XXXIV, fig. 1-2. — D'après P. Olsson, observé sur la côte de Norwége.

les mucosités on trouve des Scolex de Cestode; à la fin de l'intestin on voit des Bothriocéphales ratatinés avec œufs et l'on en distingue de diverses grandeurs, dont quelques-uns montrent des embryons à six crochets.

OSMERUS EPERLANUS, L.

En flamand : *Spiering*[1]; en français : *Éperlan*.

Il paraît qu'il y a une différence assez grande quant à la pâture et aux parasites entre les éperlans pris à Ostende et ceux de l'Escaut. Ces derniers sont aussi plus riches en parasites.

On trouve ce poisson au Nord, dans tous les grands lacs au sud de la Finlande et dans toute la Baltique.

On le pêche en abondance sur nos côtes, sur les côtes de Hollande, de Danemark, de France et d'Angleterre.

PATURE : *Gobius minutus; Alosa finta*, jeunes; *Engraulis incrassicaulus; Rhypophylus glaber; Palemon serratus; Crangon vulgaris; Mysis vulgaris; Lysianassa atlantica; Corophium longicorne; Amphitæ de Jurine; Gammarus locusta; Cyclopsina cærulea; Balanus*, jeunes.

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Ergasilus osmeri*, Van Ben., pl. I, fig. 7. — On voit souvent jusqu'à quinze et vingt de ces Crustacés sur un seul poisson, mais ils échappent parfois à l'attention par leur petitesse. Il faut racler les branchies et examiner le produit au microscope simple pour les découvrir. En hiver on en trouve rarement avec des œufs.

PEAU : *Caligina soleæ*, Van Ben.[2].

VESSIE NATATOIRE : *Ancyracanthus impar*, Schneider.

INTESTINS : *Strongylus....*; *Cucullanus elegans; Echinorhynchus proteus*, commun; *Cryptobothrium longicolle*, Van Ben., en abondance; *Distoma microphylla*, Sp. nov., pl. IV, fig. 2; *Distoma macrobothrium*, Sp. nov.[3], pl. IV, fig. 1; *Distoma rufoviride; Ascaris hirsuta*, Van Ben.

[1] A Anvers on donne trois noms différents à ce poisson, selon sa grandeur.

[2] Nous avons trouvé ce parasite sur des éperlans qui n'avaient pas plus d'un pouce de longueur.

[3] Nous avons vu de jeunes Distomes dans les éperlans qui n'avaient pas plus d'un pouce de longueur.

XÉNOSITES.

Distoma; Pleudobothrium mutabile, Van Ben.; *Tetrarhynchus*.....; *Agamonema*......; *Agamonema*......; *Cestoscolex*......; *Scolex*. — Un Scolex sans bothridies, pl. V, fig. 17, se trouve en abondance enkysté dans le péritoine autour de l'estomac. Il acquiert, comme Scolex, une longueur de deux et de trois centimètres. On voit une fente longitudinale sur le côté de l'extrémité céphalique.

COREGONUS OXYRHYNCHUS, L.

En flamand : *Houting*, *Pin*; en français : *Outil*, à la Halle de Paris, d'après M. Blanchart.

PATURE. — M. Van den Ende a trouvé dans l'estomac d'un Houting trente limaces (*Limax rufus*). Il pense que ce poisson se nourrit principalement de Mollusques [1].

NOSTOSITES.

INTESTINS : *Cryptobothrium longicollis*, Van Ben.; *Bothriocephalus proboscideus*, Rud. [2].

XÉNOSITES.

Cestoscolex.

PLEURONECTES.

Les poissons Pleuronectes, appelés *Hétérosomes* par Dumeril, sont presque les seuls des vertébrés dont le corps et le squelette sont sans symétrie. Les yeux sont placés du même côté, tantôt à gauche, comme dans le *Turbot*, tantôt à droite, comme dans la *Platessa vulgaris* et la *Platessa flesus*, ou quelquefois dans la même espèce, tantôt à droite, tantôt à gauche; certaines espèces sont plus sujettes à ces variations que d'autres.

Voyez, au sujet du défaut de symétrie de ces poissons [3].

[1] *Mededeelingen*....., p. 34.

[2] Olsson, *Entozoen*....., p. 53.

[3] Van Beneden, *Bull. de l'Acad. roy. de Belg.*, t. XX, 3e part., p. 210; *Ann. des sc. natur.* — Streenstrup, *Observ. sur le développement des Pleuronectes*, ANN. DES SC. NATUR., t. II, p. 253; 1864. — Ramsay, H. Traquair, m. d., *On the asymetry of the Pleuronectidae*..., TRANSACT. LINN. SOCIETY, vol. XXV, p. 263; 1865.

RHOMBUS MAXIMUS, L.

En flamand : *Terbot;* en français : *Turbot.*

Tout le monde connaît trop bien ce poisson pour que nous parlions de sa chair si justement estimée. Sur la côte de Norwége il perd de ses qualités, et la Plie, au contraire, y devient meilleure. A Bergen on fait peu de différence entre la Plie et le Turbot. Il s'étend au nord jusqu'en Finlande.

PATURE : *Clupea harengus* [1]; *Ammodytes tobianus* [2]; *Crangon vulgaris; Mysis chamæleo.* — Ces derniers s'observent surtout dans les jeunes Turbots.

NOSTOSITES.

PEAU : *Branchellio rhombi*, Van Ben. et Hesse [3]; *Placunella rhombi*, Van Ben. et Hesse [4]; *Callicotyle kroyeri* [5].

BRANCHIES : *Caligus gracilis*, Van Ben. [6], pl. I, fig. 1; *Chondracanthus cornutus* [7], pl. II, fig. 1.

ESTOMAC ET CAVITÉ DE LA BOUCHE : *Distoma rhombi* [8]. — On le trouve déjà dans de très-jeunes poissons; *Distoma æglefini*, Mull.

[1] Un Turbot d'une dimension ordinaire avait, le 20 novembre, quatre harengs dans son estomac, dont trois étaient encore entiers. Un de ces trois avait les ovaires pleins et les œufs étaient à maturité. Les deux autres avaient jeté leur frai. Ces harengs devaient donc se trouver au fond où se tient le Turbot.

[2] J'en ai trouvé douze entiers dans l'estomac.

[3] *Recherches sur les Bdellodes*, p. 33, pl. II, fig. 17-21.

[4] *Ibid.*, p. 73, pl. VI, fig. 1-7.

[5] M. P. Olsson croit avoir observé ce parasite sur le Turbot.

[6] *Ann. des sc. nat.*, 3me sér., t. XVI, pl. II, fig. 1-7.

[7] Van Beneden, *Ann. des sc. nat.*, 3me sér., t. XVI, p. 108, pl. IV, fig. 1-4. — Nous avons trouvé un Chondracanthe femelle sexué avec mâle sur un Turbot de dix centimètres de long.

[8] Ce Distome a été confondu avec le *Rufoviride* à cause des canaux excréteurs qui forment en avant une bande opaque transverse sur le bulbe œsophagien. Il en diffère notablement par ses vitellogènes qui, au lieu d'être lobés, sont sphériques comme les testicules; les œufs sont plus grands et moins nombreux; la ventouse abdominale est plus forte. On voit très-bien dans cette espèce la vésicule spermatozoïdale un peu au-devant du vitelloducte.

INTESTINS : *Ascaris acuta* [1]; *Bothriocephalus punctatus* [2].

XÉNOSITES.

INTESTINS : *Cestoscolex.* — Ces vers sont excessivement abondants dans toute la longueur de l'intestin, et ils sont généralement plus développés vers la fin qu'au commencement; ils portent, pour la plupart, des taches de pigment rouge derrière les bothridies, pl. VI, fig. 14.

PÉRITOINE ET BOUCHE : *Tethrarhynchus lingualis* [3].

Observations. — Chez un Turbot de grandeur moyenne, nous trouvons dans l'estomac, cinq *Distoma*..... tous également adultes et pleins d'œufs; les cœcums pyloriques et l'intestin grêle littéralement pleins de *Dibothrium;* des Scolex à belles taches de pigment à côté d'autres sans pigment dans tout l'intestin, et de plus grands dans le gros intestin à côté de milliers d'œufs de *Dibothrium;* un seul Ascaris dans le gros intestin. Dans un jeune Turbot de dix centimètres, nous voyons des *Chondracanthus cornutus* mâles et femelles, déjà sur les branchies, et la femelle avec des embryons complets qui nagent en liberté. L'estomac ne contient que des *Crangons vulgaris* et des *Mysis chameleo;* les cœcums et l'intestin, deux *Bothriocephalus punctatus,* dont les derniers proglottis sont pleins d'œufs; et à côté d'eux on voit de nombreux Scolex qui se répandent dans tout l'intestin.

RHOMBUS VULGARIS, Cuv.

En flamand : *Grietje;* en français : *Barbue.*

Comme le Turbot, la Barbue se prend toujours par un ou deux individus à la fois. La chair est moins ferme et moins estimée que celle du Turbot.

[1] Muller, *Zool. dan.*, pl. III, f. 1-5.

[2] Van Beneden, *les vers Cestoïdes*..., p. 161, pl. XXI. Il n'y a pas de ver qu'on trouve aussi abondamment et dans tous les individus, maigres ou gras, en été ou en hiver. On est toujours sûr d'en trouver l'intestin farci. On dirait un plat de macaroni ou de vermicelle animé par une baguette magique. Ce ver est tout aussi abondant dans le Turbot de la Méditerranée.

[3] Nous avons trouvé ce même ver à l'état de Scolex (trois individus) dans une *Sepia officinalis* très-adulte et en voie de développement strobiloïde dans la *Raia batis* et dans le *Galeus canis.*

PATURE : *Gobius minutus; Ammodytes tobianus; Clupea harengus; Crangon vulgaris; Mysis chamæleo; Orchestia littorea.* — Nous trouvons ces trois derniers dans l'estomac de deux jeunes poissons de huit centimètres de long.

NOSTOSITES.

CORPS : *Caligus gracilis*, Van Ben. [1], pl. I, fig. 1.

ESTOMAC : *Distoma rufoviride.*

INTESTINS : *Distoma rufoviride; Distoma*....... [2].

XÉNOSITES.

Echynorhynchus....... enkysté dans les parois de la cavité branchiale; *Agamonema*....... enkysté dans le péritoine; *Cestoscolex*......

Observations. — Le 22 août nous avons trouvé sur trois jeunes individus, dont le plus grand avait au plus cinq centimètres, et le plus petit trois, des *Gobius minutus,* des *Mysis vulgaris* et des *Crangon vulgaris* dans l'estomac, à côté de l'*Orchestia littorea.* Dans chacun d'eux il y avait au moins une trentaine de Scolex de Cestode. Il n'y avait rien sur les branchies ni sur la peau.

RHOMBUS MEGASTOMUS, Jard.

= PLEURONECTES CARDINA, Cuv.

En flamand : *Dunne Scharetong* ou *Tongschar;* en français : *Cardine* ou *Calimande.*

Ce poisson est peu connu des pêcheurs quoiqu'il ne soit pas très-rare. On le trouve au Nord jusqu'au *Cattegat* et dans la Manche sur la côte de France.

Les yeux sont toujours tournés à gauche.

Nous avons obtenu ce poisson de nos côtes à l'état frais; mais nous n'avons point étudié son mobilier.

[1] *Ann. des sc. nat.*, 3me sér., t. XVI, pl. II, fig. 1-7.

[2] Nous avons trouvé ce Distome, qui est fort petit, sur deux individus de huit centimètres de long à côté de Scolex, mais pas de *Dibothrium.* Ce Distome avait des œufs complets.

LIMANDA LIMANDA.

En flamand : *Schar, Schartje;* en français : *Limande.*

Ce poisson est commun sur nos côtes; on en pêche en quantité. Il est commun sur la côte de Norwége jusqu'en Finlande, d'après Malmgren.

PATURE : *Bodotria goodsirii*, Van Ben.; *Gammarus locusta.*

NOSTOSITES.

INTESTINS : *Distoma furcigerum*, Olsson [1].

XÉNOSITES.

Distoma hystrix, Duj., observé aussi par M. P. Olsson; *Cestoscolex*, avec des taches rouges, en quantité parfois considérable, dans tout l'intestin; *Cestoscolex*, sans taches.

PLATESSA VULGARIS, Cuv.

En flamand : *Pladijs; Schol*, quand il est séché; en français : *Plie franche* ou *Carrelet.*

Ce poisson se prend en quantité prodigieuse au chalut. Il est beaucoup plus estimé, comme nous l'avons dit plus haut, sur la côte de Norwége qu'en Belgique et en Hollande; il a dans le Nord la chair plus ferme et d'un meilleur goût. Les plies arrivent à la fin de février et restent jusqu'au mois de mai. On sèche ce poisson, et pendant tout l'été on le vend en Belgique sous le nom de *Schol.*

PATURE : *Cancer mœnas*, jeune; *Mactra stultorum.* — Un grand individu, au mois de mars, avait non-seulement l'estomac, mais même l'intestin plein de fragments de cette coquille. Ces coquilles avaient été évidemment broyées dans la cavité de la bouche. Dans l'intestin, les débris se pelotonnaient pour former des espèces de crottins.

NOSTOSITES.

PEAU : *Caligus Platessæ*, Sp. nov., sur le corps et surtout à la base des nageoires pectorales.

[1] Observé par M. P. Olsson.

Branchies : *Chondracanthus cornutus*, Mull. [1]. — On les trouve communément et ils se font remarquer par la couleur blanche du corps qui tranche sur le rouge des branchies.

Bouche. — Déjà dans un très-jeune animal : *Dacnitis platessæ*, Sp. nov.

Intestins : *Distoma areolatum* [2]; *Dacnitis platessæ*, *Ascaris platessæ*, Van Ben.; *Echinorhynchus proteus.*

D'après Diesing on a trouvé :

Distomum areolatum.
— *hystrix.*
Echynorhynchus proteus.
— *platessæ.*

Heligmus longicirrus.
Cucullanus foveolatus.
— *heterochrous.*

XÉNOSITES.

Tethrarhynchus appendiculatus, Rud., dans les replis du péritoine, sur le foie; *Cestoscolex.* — On les trouve déjà dans de très-jeunes poissons, et on en découvre de deux espèces différentes.

Observations. — Dans un individu du réservoir de l'huitrière, très-bien nourri, les intestins étaient pleins de Scolex, et sur le corps il y avait une grande quantité de Caliges.

Sur des jeunes de deux centimètres, au mois d'août, nous trouvons déjà des Cestoscolex dans l'intestin.

PLATESSA FLESUS, Cuv.

En flamand : *Bot*, *Botje;* en français : *Flet* ou *Picaud.*

Ce poisson ressemble au précédent, mais est très-reconnaissable par les aspérités que l'on sent sur tout le pourtour du corps.

Pature : *Bodotria goodsirii*, Van Ben.; *Crangon vulgaris; Orchestia littorea; Ligula alba; Pectinaria belgica.* — Ces poissons avalent ces Ligules et ces Pectinaires toutes

[1] Van Beneden, *Ann. des sc. nat.*, 3me sér., t. XVI, p. 108, pl. IV, fig. 1-4.
[2] Une demi-douzaine d'individus dans la cavité buccale d'un seul poisson.

entières, les unes dans leurs coquilles, les autres dans leurs tubes arénacés, et les cadavres pourrissent souvent avant que le suc gastrique ait pu les pénétrer. C'est de là que proviennent la couleur noire et l'odeur désagréable de l'intestin de quelques individus. Les tubes des *Pectinaria* se trouvent parfois dans l'intestin avec une partie du ver dans leur intérieur.

NOSTOSITES.

Peau : *Caligus*.

Branchies : *Chondracanthus cornutus* [1].

Intestins : *Bothriocephalus punctatus*, jeune, d'après M. Olsson, sur la côte de Norwége.

XÉNOSITES.

Cestoscolex......, dans les cœcums pyloriques et dans les intestins.

PLATESSA MICROCEPHALA, Flem.

Ce poisson est fort rare. Je n'en ai vu que quelques exemplaires, et à une époque où je ne cherchais point leurs parasites. Nous ne connaissons donc ni leur pâture ni les vers qui les hantent.

Nous avons eu, au mois de juin, l'occasion d'en étudier deux exemplaires provenant de la côte de Norwége, tous les deux encore très-frais; ils ne contenaient rien dans leur estomac, ni aucun parasite sur les branchies et dans les intestins.

Ce poisson est fort remarquable par sa petite bouche et par la grosseur de ses lèvres; la ligne latérale s'élève au-dessus de la nageoire pectorale presque en demi-cercle, et en arrière elle devient irrégulière. La couleur est brune; l'opercule et d'autres organes sont bordés de jaune.

NOSTOSITES.

Estomac : *Distoma viviparum*, Olsson [2].

[1] *Ann. des sc. nat.*, 3me sér., t. XVI, pl. IV, fig. 1-4.
[2] Observé par Olsson, à Bergen.

SOLEA VULGARIS, Cuv.

En flamand : *Tong;* en français : *Sole commune.*

Tout le monde connaît ce précieux poisson qui est abondant et d'excellente qualité. On en pêche pendant toute l'année.

La sole est du petit nombre des poissons qui restent sur nos côtes pendant toute l'année.

PATURE : *Canthocampthus strœmii*; *Cetochilus septentrionalis*; *Bodothria goodsirii*; *Fibularia tarentina.*

NOSTOSITES.

PEAU : *Hemibdella soleæ* [1], *Phylonella soleæ*, Van Ben. et Hesse [2]; *Caligus.....*

BRANCHIES : *Caligina soleæ*, Van Ben. [3]; *Chondracanthus soleæ*, Kr. [4]; *Bomolochus soleæ*, Van Ben. [5], pl. I, fig. 5.

ESTOMAC ET INTESTINS : *Distoma microstomum*; *Distoma æglefini*, les uns encore enkystés, les autres libres; *Dacnitis esuriens*, Duj. [6].

XÉNOSITES.

Distoma....., *Tetrarhynchus lingualis*, *Agamonema*, enkystés dans le péritoine; *Cestoscolex* [7].

Observations. — Sur une toute petite sole, pêchée dans une flaque d'eau à marée basse, j'ai trouvé deux espèces de Distomes, toutes deux encore en partie enkystées et occupant l'intestin. L'une ressemble, sous tous les

[1] *Recherches sur les Bdellodes....*, p. 41, pl. III, fig. 15-25.

[2] *Ibid.*, p. 70, pl. V, fig. 1-8.

[3] Observé sur une toute jeune sole.

[4] Van Beneden, *Ann. des sc. nat.*, 3me sér., t. XVI, p. 109.

[5] Nous en avons trouvé deux exemplaires femelles, chargés d'œufs, sur un individu qui n'avait pas plus de neuf centimètres de longueur. C'était au commencement du mois de mai.

[6] Ce ver est fort intéressant et se distingue facilement par des stries, qu'on dirait de sang, autour du tube digestif.

[7] Si je ne me trompe, c'est dans ce poisson que Muller a vu les premiers Scolex auxquels il a donné le nom de *Scolex polymorphus.* C'est ce mot de Muller que nous avons pris pour désigner les vers agames et incomplets en général, comme l'est le *Scolex polymorphus.* On en voit toujours en masse dans la sole. Ils portent ordinairement deux taches de pigment rouge.

rapports, au *Distoma æglefini* O.-F. Mull. (*Dist. simplex. Rud.*); l'autre est plus grande et plus opaque. Dans l'estomac j'ai trouvé des *Cetochilus septentrionalis* et des *Canthocamptus stræmii.* Les kystes provenaient évidemment de l'un ou de l'autre de ces Crustacés.

Dans une autre qui n'avait pas un centimètre de long et que j'ai prise sur l'estran dans une flaque d'eau à marée basse, j'ai trouvé : un Rotifère sur la peau, un Calige à côté de lui fortement attaché, et dans l'intestin, des Cestoscolex et un Distome.

HIPPOGLOSSUS VULGARIS.

En flamand : *Helbot;* en français : *Flétan.*

C'est de tous les poissons de cette famille celui qui atteint la plus grande taille. On en voit qui ont jusqu'à deux mètres de long.

Ce poisson est répandu au nord depuis l'Amérique du Nord et le Groënland jusqu'à la mer Glaciale. Il est commun sur toute la côte de Norwége (Malmgren). Il n'entre pas dans la Baltique.

PATURE. — On ne trouve généralement que des mucosités dans l'estomac, et des débris blancs, comme des flocons, dans l'intestin. J'y ai trouvé à la fin un *Gadus merlangus* presque entier; la colonne vertébrale était digérée; tout le tube digestif avec les cœcums pyloriques occupait l'estomac et pénétrait dans l'intestin. L'appareil hyo-branchial était encore en place. Des Filaires étaient à moitié dékystés.

NOSTOSITES.

PEAU : *Caligus hippoglossi,* Kr. [1]; *Epibdella hippoglossi*, O.-F. Muller [2]; *Ichthyobdella hippoglossi*, Van Ben. [3].

[1] *Ann. des sc. nat.*, 3me sér., t. XVI, p. 93, et Rathke, *loc. cit.*, p. 102.

[2] Baster, *Opuscul. subs.*, t. II, tab. VIII, fig. 11 *a* A. Oth. — Fr. Muller, *Zool. dan.*, tab. LIV, fig. 1-4, copié dans *Enc. méth.*, pl. LII, fig. 11-14, et *Dict. des sc. nat.* — *Act. nat. curios.*, vol. XX, pl. XII, fig. 9-11. — Van Beneden, *Mémoire sur les vers intestinaux*, pl. II et III. — Ce Trématode couvre la peau comme une écaille; il est très-commun. — M. P. Olsson l'a également observé chez le même poisson sur la côte de Norwége.

[3] Dans la cavité de la bouche également. *Zool. médic.*, vol. II, p. 170.

BRANCHIES : *Clavella hippoglossi* [1]. — Nous n'avons jamais examiné les branchies sans en rencontrer un bon nombre; en moyenne on en trouve une quinzaine.

Brachiella rostrata, Kroy. [2]. — Ce parasite est toujours rare. Nous en avons assez souvent observé un à droite et un autre à gauche sur les fausses branchies. Nous en avons trouvé sur le globe de l'œil une douzaine de jeunes attachés solidement par leur trompe.

INTESTINS : *Heterakis foveolata*, R. [3]. — Nous en avons vu souvent; *Ascaris collaris*, Cobbald [4]. — Ce ver n'est pas rare.

XÉNOSITES.

Thétrarhynque enkysté sur le foie et sur les cœcums; *Cestoscolex*, en abondance dans tous les individus; *Agamonema*.

BELONE VULGARIS.

En flamand : *Geepe*; en français : *Orphie*.

Ce poisson est commun; les pêcheurs d'Anvers, qui vont à la pêche des anchois, en prennent souvent et de grande taille. La chair est excellente.

On trouve des Belones dans la mer des Indes et sur la côte du Japon.

Il existe une prévention contre la chair de ce poisson à cause de la couleur verte des arêtes.

PATURE. — On ne voit dans l'estomac que des débris d'Algues dont la couleur contraste avec les mucosités qui les enveloppent.

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Axine bellones*, Abildgaard [5].

[1] *Ann. des sc. nat.*, 3me sér., vol. XVI, p. 100, pl. III, fig. 5-6.

[2] Sur une vingtaine de Clavelles que l'on trouve chez un Flétan, on observe tout au plus un *Brachiella*. — Kroyer ne l'a observé que dans la liqueur; l'animal qu'il figure est tout contracté. *Tidskrift*, vol. I, p. 207, pl. II, fig. 1. Nous avons trouvé jusqu'à cinq individus sur un Flétan, dont deux avaient leur sac plein d'œufs.

[3] Schneider, *loc. cit.*, p. 74.

[4] Cobbold, *Trans. Linn. Soc.*, vol. XXII, p. 160.

[5] Van Beneden, *Note sur l'Octobothrium du Merlan et sur l'Axine de l'Orphie*, BULLET. DE L'ACAD. ROY. DE BELG., t. XXIII, fig. 14-20. — Diesing, *Nov. act. nat. curios.*, vol. XVIII, pl. XVII, 1836.

Peau : *Cyclocotyle bellones* [1]. — Ce ver, dont Nordmann a fait un *Octobothrium* et qui n'a plus été vu depuis Otto par aucun naturaliste, n'est probablement, comme le suppose M. von Siebold, qu'un ver d'un autre poisson mutilé. La partie postérieure du corps, comprenant les ventouses, est seule conservée. Nous l'avons en vain cherché pendant plusieurs années.

XÉNOSITES.

Intestins : *Cestoscolex* de deux espèces différentes, dont une est de fort petite taille.

SCOMBERESOX SAURUS. Penn.

En flamand : *Makreel-geep*, *Makreel-snoek*; en français : *Scombrésoce*.

C'est le *Saurus* de Rondelet; le *Saury* des Anglais.

Rondelet en parle comme d'un poisson de la Méditerranée. C'est un poisson de l'océan Atlantique, qui arrive quelquefois par bandes sur nos côtes et sur celles d'Angleterre. Nous en avons vu, il y a quelques années, une nombreuse bande qui est venue se jeter sur la côte près d'Ostende. Il y en avait plusieurs paniers au marché. On en prend de temps en temps sur les côtes de la province de Groningue [2].

En novembre 1768, après un gros temps, un grand nombre furent jetés sur le sable de la côte, près d'Edimbourg [3].

Nous n'avons trouvé de parasites ni sur les branchies ni dans la cavité digestive de six individus que nous avons examinés.

CONGER VULGARIS.

En flamand : *Zeepaling*, *Kongerael;* en français : *Congre*.

Ce poisson habite l'ouest de l'Europe et atteint une longueur ordinaire de trois à quatre mètres. La couleur en est beaucoup plus foncée chez les Con-

[1] Otto, *Nov. act. nat. curios.*, vol. XI, II, p. 300, tab. XLI, 2; Diesing, *Syst. helm.*, vol. I, p. 419.

[2] *Lijst van dieren in de provincie Groningen gevonden*, Mém. couronn. le 20 mai 1826.

[3] *Brit. Zool.*, vol. III, p. 325.

gres de Bretagne que chez ceux de la Manche et de la mer du Nord, et ses Crustacés parasites présentent les mêmes différences.

PATURE : *Porcellana longicornis* [1]; *Octopus vulgaris* [2]; *Ammodytes tobianus* — Nous avons vu, au mois de janvier, jusqu'à onze individus dans l'estomac d'un poisson qui n'avait que le tiers de sa croissance.

NOSTOSITES.

BRANCHIES : *Congericola pallida*, Van Ben. [3]; *Caligus*; *Lernea branchialis*, jeune.

CAVITÉ DE LA BOUCHE : *Distoma rufoviride* [4].

ESTOMAC : *Distoma rufoviride.*

INTESTINS : *Gasterostorum crucibulum*, Rud., pl. III, fig. 18. — On trouve ce Gastérostome en abondance dans l'intestin; il se distingue à l'extérieur des Distomes par ses changements de forme; *Distoma rufoviride*; *Ascaris labiata, Ascaris clavata*, Rud.; *Dacnites conger*, Spec. nov.

XÉNOSITES.

Tetrarhynchus, enkysté dans le péritoine; *Agamonema*, en abondance; *Cestoscolex*, en masse.

ANGUILLA VULGARIS [5].

En flamand : *Paeling, Ael;* en français : *Anguille.*

Nous citons ce poisson parce qu'il vit parfaitement dans l'eau de mer; on en trouve toujours en quantité dans les fossés et les réservoirs des parcs aux huîtres et homards. C'est un ennemi dangereux des homards.

PATURE. — On peut dire que tout ce qui a vie est dévoré par ce poisson. Il n'y en a pas de plus vorace. Les Crustacés mêmes, les Écrevisses et les Homards deviennent leur proie.

[1] Nous en avons trouvé des pinces; on voit très-souvent l'estomac du poisson complétement vide.

[2] Nous avons trouvé, au mois de janvier, un Poulpe complet, remplissant toute la cavité de l'estomac.

[3] *Bullet. de l'Acad.*, t. XXI, n° 9, et *Mém. sur les Crustacés*, t. XXXIII, p. 148. Il n'est pas abondant : on en trouve rarement une demi-douzaine dans le même poisson.

[4] Nous avons toujours trouvé ce beau Distome sur tous les Congres, soit dans la cavité de la bouche, soit dans l'œsophage, l'estomac ou l'intestin. Il y a peu de Distomes qui se prêtent aussi bien à l'étude que cette espèce.

[5] Nous faisons figurer ici ce poisson au même titre que l'Épinoche, parce qu'on le trouve régulièrement dans l'eau saumâtre et salée.

NOSTOSITES.

INTESTINS : *Distoma hispida* [1]. — Il faudra comparer soigneusement ce Distome à celui de l'Esturgeon; *Distoma bergensis*, Olsson [2].

PLECTOGNATES.

Autant l'Esturgeon est isolé parmi les poissons d'aujourd'hui, autant le Môle, seul représentant du groupe des Plectognathes dans nos contrées, s'éloigne de tous ceux qui habitent nos climats. Ici aussi, la chair, le genre de vie, les parasites comme la pâture en font un être exceptionnel. On peut dire que nul ne mérite mieux que lui le nom d'hôtellerie. Il n'y en a pas de plus fréquenté par des vers comme par des Crustacés, et qui loge un monde plus varié dans les divers organes.

Cet ordre possède ses principaux représentants dans les mers des pays chauds.

ORTHRAGORISCUS MOLA.

En flamand : *Maenvisch* [3]; en français : *Môle, Poisson-lune.*

En 1855, à quelques jours d'intervalle, nous reçumes deux *poissons-lunes*, l'un de la Méditerranée, par l'obligeance de M. Paul Gervais, l'autre de Blankenberghe. Ces poissons étaient tellement semblables par leurs caractères et par les nombreux parasites qui les habitaient, que nous aurions pu les croire séparés d'une même bande et pris dans le même coup de filet. Nous avons communiqué dans une notice, adressée à l'Académie royale de Belgique, quelques observations sur les nombreux parasites qui les hantent.

[1] Ce Distome nous paraît semblable, s'il n'est pas identique, à l'espèce de l'Esturgeon. Mon fils l'a observé à Ostende, au mois d'avril. Il faudra voir si ce n'est pas le même que Molin a nommé *D. inflatum* et que P. Olsson a trouvé également à Bergen.

[2] Signalé à Bergen, en Norwége.

[3] Les Hollandais et les Norwégiens disent également *Klompvisch*.

Le nombre et la taille des animaux qui vivaient aux dépens de ce poisson sont considérables, disais-je; c'était toute une faune [1].

Nous avons reçu depuis cette époque quatre autres individus, pris par nos pêcheurs, tous différents de taille entre eux; le plus petit mesure à peu près quarante centimètres du bout du museau au milieu de la caudale; le plus grand mesure à peu près un mètre.

Le 30 novembre 1864, un poisson-lune échoua sur la plage dans le voisinage du Helder. C'était un individu de très-grande taille. Le professeur Harting en a fait l'objet d'une étude suivie sous le rapport zoologique, anatomique et histiologique, et le rapporte à l'espèce que Ranzani a désignée sous le nom d'*Ozodura Orsini* [2]. Le professeur Harting lui conserve le nom d'*Orthragoriscus ozodura.* Ce poisson était encore vivant quand on l'a pris. Il mesurait $1^{m},84$ depuis la pointe du museau jusqu'au bord libre de la nageoire caudale. Il pesait 158 kil.

En 1863, M. le professeur Steenstrup a décrit un autre poisson-lune qui s'était échoué à *Sevedoe,* dans le *grand Belt,* et qui avait près de deux mètres de longueur; il pesait sept cents livres. M. Steenstrup l'a décrit sous le nom de *Mola nasus* [3].

Depuis lors, un individu de 180 livres, provenant de la côte de Suède, a été décrit par M. Wahlgren dans les mémoires de l'Université de Lund. Il est désigné également dans ce travail intéressant sous le nom de *Mola nasus* [4].

Il en existe au Musée de Bruxelles trois exemplaires qui proviennent de la mer du Nord; le plus petit mesure 0,93, le second $1^{m},20$, le troisième, qui provient de la collection de Paret, à Slykens, $1^{m},72$.

On trouve deux exemplaires de poisson-lune au Musée de Bergen, dix au Musée de Christiania, deux au Musée de Brest, trois au Musée de Bruxelles, quatre au Musée de Louvain.

[1] *Bullet. de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XXII, 1855.

[2] Harting, *Notices zool., anatomiq. et histologiq. sur l'Orthragoriscus ozodura*, Académie royale des sciences, à Amsterdam, 1865.

[3] *Oversigt over det Kongl. Danske Vidensk. Selskabs Forhandliger Marts*, 1863.

[4] F. Wahlgren, *Nägra anteckningar om en Stör Klumpfisk, Mola nasus* (Raf.) Act. universit. lundensis. Lund, 1867-1868.

Le professeur Harting pense qu'il en existe trois espèces dans la mer du Nord et dans la Baltique, sous les noms de *Orthagoriscus blochii, O. Retzii* et *O. ozudura.* Les deux dernières peuvent atteindre une grande dimension.

Avons-nous parmi ces poissons-lunes des représentants des trois espèces, ou le *Mola nasus* de Steenstrup et l'*Orthagoriscus ozodura* de Harting sont-ils synonymes? Nous en doutons, et peut-être les parasites contribueront-ils à élucider cette question.

Les branchies de tous les individus sont envahis par des *Cecrops* des deux sexes qui vivent les uns à côté des autres, mais nous ne connaissons jusqu'à présent que deux individus qui logeaient des *Læmargus :* celui dont proviennent les Læmargus du Musée de Copenhague qui ont été pendant longtemps les seuls connus dans les musées, et un autre, pris à Concarneau, sur les côtes de Bretagne, et dont nous conservons également les deux sexes. Nous n'avons vu de *Tristomum* sur aucun de ceux que nous avons eu l'occasion d'étudier en chair.

Pature. — Il paraît que la pâture de ce poisson consiste en herbes marines. Schlegel lui accorde ce régime probablement d'après ce qu'il a trouvé dans son estomac. Le professeur Harting, qui a eu un animal presque vivant, dit que l'inspection microscopique ne lui a fait découvrir aucune trace de restes d'aliments dans le tube digestif. Il a vu seulement un assez grand nombre d'Entozoaires, Nématodes et Cestoïdes dispersés dans les intestins. Le renseignement le plus précieux que nous ayons sous ce rapport nous a été fourni par M. Wahlgren.

Le *Mola nasus*, observé par M. Wahlgren, renfermait dans son estomac des plantes (*Zostera marina*, *Fucus serratus*, *Furcellaria fastigiata*, *Ceramium rubrum*, *Delesseria sinuosa*, *Phyllophora membranifolia*) et deux *Aonyx nanus*, Kroyer, deux autres crustacés qu'il n'a pas déterminés, deux petites *Modiola* et deux *Lacuna*. Il y a tout lieu de supposer que ces animaux ont été avalés avec les plantes sur lesquelles on les trouve communément, et que le régime du *Mola nasus* est purement végétal.

NOSTOSITES [1].

Il y a peu de poissons aussi envahis par les parasites de tous genres que les Môles : on en trouve sur la peau, sur les branchies, dans le canal intestinal, et les muscles en sont lardés dans tous les sens.

[1] M. Jon. Couch, dans son *Histoire naturelle des poissons des îles Britanniques,* cite quelques parasites qui hantent le poisson-lune, et il donne une figure du *Cecrops latreillii*, qui vit

PEAU : *Tristoma molæ*, Blanchart [1]; *Læmargus muricatus* [2]; *Penella.....* [3]; *Lepeoptheirus monacanthus*, Heller [4].

BRANCHIES : *Læmargus muricatus*, Kr.? [5]; *Cecrops latreillii* [6]; toujours on en trouve, et en abondance; *Tristoma papillosum* [7]; nous n'en avons pas trouvé; *Pandarus........* [8]; *Caligus.......*

ESTOMAC ET INTESTINS : *Distoma nigroflavum*, Rud.; nous en avons trouvé une dizaine

sur les branchies et qui ne fait jamais défaut; les autres parasites qu'il a trouvés sur la peau sont : un *Tristoma*, probablement le *Papillosa* de Diesing, un *Calige*, un *Pandare* femelle et le *Læmargus muricatus*. Ces parasites sont assez incomplétement représentés, et le *Tristoma* est figuré avec la grande ventouse postérieure en avant, comme autrefois Baster a figuré les Caliges. Ces figures ne portent pas de nom.

[1] *Ann. des sc. natur.*, 3me sér., vol. VIII, p. 326, *Voyage sur les côtes de Sicile*, p. 129, pl. II, fig. 2, 2 *a*.

[2] Nous avons rapporté de Concarneau (côtes de Bretagne) plusieurs individus des deux sexes qui avaient été pris sur la peau. J'en avais reçu antérieurement de Copenhague. Nous n'en avons trouvé sur aucun des poissons que nous avons eus. Vander Hoeven fait remarquer que les *Læmargus muricatus* connus dans les collections, viennent presque tous de Copenhague et que ces individus ont été recueillis sur un *Orthagoriscus mola* pêché dans l'Atlantique.

[3] A. Agassiz, sur un *Penella*, parasite de l'*Orthagoriscus mola*. Sur le *Penella*, Agassiz a trouvé une *Campanularia* (*Eucope parasitica*), *Illustrated catalogue of the Museum of comparat. zoology...* Cambridge, 1865, p. 87.

[4] Sur une Môle de la Méditerranée, Heller, *Reise der österr. Fregatte Novara*, Wien, 1865, p. 1,883, pl. XVI, fig. 3.

[5] Van Beneden, *Mémoire de l'Académie royale de Belgique*, t. XXXIII, p. 129, pl. XIX, fig. 1-4. — Vander Hoeven, *Over Cecrops en Læmargus*, MÉM. DE LA SOC. ENTOM. DES PAYS-BAS, t. I, p. 67.

[6] *Bullet. de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XXII, n° 10, et *Recherches sur les Crustacés*, pl. XX. — Les Cécrops de nos bords flottent par milliers sur la surface de l'eau, loin des côtes, dit Risso, et servent de nourriture à divers poissons voyageurs, principalement au *Céphale-lune*, dont l'estomac est toujours rempli d'une quantité étonnante de ces Bopyrides, *Hist. nat. de l'Eur. mérid.*, vol. V, p. 141. Il est inutile de faire remarquer que les Cécrops ne vivent pas librement, et si l'on en voit en grand nombre dans la bouche des poissons-lunes, ce n'est pas qu'ils aient été avalés, mais bien qu'ils y vivent en commensaux.

[7] Grube, *Actin. u. Wurm. d. Adriat. u. Mittelmeers*, Konigsberg, 1840, p. 49. — Grube a voulu donner le nom de *T. aculeatum* à ce ver qu'il a rapporté de Sicile; mais il reste à savoir s'il provient réellement de l'*Orthragoriscus mola*. Il pourrait bien provenir de *Xiphias gladius*. « Meine Exemplare sollen angeblich von *O. mola* abgelesen sein, » dit-il. — Yarrell a observé une vingtaine de *Tristoma coccineum* sur la tête d'un de ces poissons pris sur la côte d'Angleterre.

[8] Jonathan Couch, *A hist. of the fishes of the British Islands*, 1865, vol. IV, p. 380.

d'exemplaires; *Distoma macrocotyle*, Dies. [1]; *Dibothrium microcephalum;* nous avons vu une vingtaine d'individus dans un poisson. Wahlgren a trouvé le même ver; *Ascaris*........ Rudolphi a signalé un *Ascaris* dans ce poisson; mais, comme le fait remarquer Dujardin, cette espèce est fort douteuse puisqu'elle repose sur deux petits individus trouvés dans l'eau où Rudolphi avait mis la veille les intestins d'un poisson-lune [2].

XÉNOSITES.

MUSCLES : *Tetrarhynchus gigas*, Cuv. = *elongatus*, Rud., abondant, pl. VI, fig. 10-12; *Nematobothrium filarina*, Van Ben. [3]; *Bothriocephalus microcephalus* [4].

FOIE : *Tetrarhynchus reptans*, d'après Cobbold [5].

LOPHOBRANCHES.

Par les parasites, comme par d'autres caractères, les *Lophobranches* s'éloignent peu des *Téleostei* ordinaires.

On sait que les mâles logent les œufs dans des poches particulières à côté de l'anus jusqu'à l'éclosion des embryons. Ce sont vraiment des poissons marsupiaux. Chez nos *Syngnatus* cette poche se forme par une simple extension de la peau.

On trouve des Lophobranches dans toutes les mers; quelques-uns, comme

[1] M. P. Olsson a reconnu dans l'*Orthrag. nasus* le *Distoma macrocotyle* (Diesing) et le *Distoma nigroflavum*. Ces deux Distomes ont été également reconnus par M. Wahlgren dans le *Mola nasus*.

[2] Du Jardin, *loc. cit.*, p. 192.

[3] *Mém. sur les vers intestinaux*, pl. XIII, p. 107. Paris, 1858. N'est-ce pas le même ver que Rudolphi a désigné sous le nom de *Distoma nigroflavum* dans la Môle? Il faudra voir quels sont les rapports qui existent entre le *Nematobothrium filarina* du Maigre d'Europe, le *Distoma filicolle* du *Brama raii*, le *Monostoma tenuicollis* du *Lampris guttata* et le *Distoma okenii* ou *Monostoma filicolle* de l'*Orthagoriscus mola*. Le *Distoma contortum* de Rudolphi, trouvé à Naples sur les branchies du même *Orthagoriscus mola*, devrait également être comparé à ceux-ci. Nous en dirons encore autant du *Distoma clavatum* du *Scomber pelamys*. — Dujardin non-seulement révoque en doute leur nature de Distome, mais il ne pense même pas que ce soient des Trématodes. Dujardin, *Histoire naturelle des Helminthes*, pp. 459 et 469.

[4] Olsson, *Entozoen*... p. 55.

[5] Un jeune poisson, pris en septembre 1856, n'avait pas de vers dans l'intestin, mais des *Gymnorhynchus reptans*, Rud., sur le foie, dit Cobbold, *Trans. Linn. Soc.*, vol. XX, p. 161.

les Hippocampes, sont toutefois plus particulièrement propres aux mers des pays chauds.

HIPPOCAMUS BREVIROSTRIS.

En flamand : *Zeepaerd;* en français : *Hippocampe* ou *Cheval marin.*

Nous n'avons eu qu'une seule fois l'occasion de le voir sur nos côtes, et nous n'avons pas été à même de le visiter, pour en connaître la pâture et les parasites. Il n'est pas rare sur la côte de Bretagne. On n'en a jamais vu sur les côtes de Danemark.

SYNGNATHUS ÆQUOREUS.

En hollandais : *de Adder-Zeenaald.*

Cette espèce n'est pas rare à Ostende; on en trouve souvent dans les filets des pêcheurs de crevettes. Elle devient très-grande.

PATURE : *Crangon vulgaris.* — De jeunes poissons, au nombre d'une douzaine, que nous n'avons pas déterminés.

NOSTOSITES.

INTESTINS : *Distoma tumidulum*, Rud.

XÉNOSITES.

Ascaris; Cestoscolex, dans l'intestin et dans la vésicule du fiel.

Observations. — M. Malm a vu un *Syngnathus typhle* avec deux queues [1].

SYNGNATHUS ACUS, Linn.

En flamand : *de groote Zeenaeld;* en hollandais : *Windsteur* [2]; en français : *Aiguille de mer.*

Cette espèce est fort commune sur nos côtes. On la trouve régulièrement dans les filets des pêcheurs de crevettes, ou quelquefois dans les herbes marines flottantes.

[1] *Ann. nat. hist.*, t. VIII, p. 356.
[2] Herklots, *Bouwstoffen voor eene fauna van Nederland*, th. III, p. 325.

Pature : *Crangon vulgaris.*

NOSTOSITES.

Intestins : *Distoma tumidulum*, Rud., pl. V, fig. 5.

XÉNOSITES.

Ascaris; *Filaria piscium*, Cobbold [1]; *Cestoscolex.*

SYNGNATHUS ROSTELLATUS.

En flamand : *de kleine Zeenaeld*; en français : *petite Aiguille de mer.*

Cette espèce n'est pas rare sur nos côtes.

Pature. — Nous avons toujours trouvé l'estomac vide.

NOSTOSITES.

Nous n'avons pas vu un vrai Nostosite.

XÉNOSITES.

Cestoscolex, petits, mais de forme ordinaire, avec des taches rouges derrièer les Bothridies [2].

Quatrième classe : CYCLOSTOMES.

Si ces poissons diffèrent notablement par leur organisation comme par leur genre de vie, on ne peut pas dire qu'il en soit de même des parasites qui les hantent; au moins jusqu'à présent ils n'offrent rien de particulier sous ce rapport et personne n'a encore signalé de parasite dans la grande Lamproie marine.

La Lamproie marine atteint la longueur d'un mètre et au delà. Elle remonte les fleuves tout en étant poisson de mer; on en a pêché dans la Dyle et dans le Rhin à la hauteur de Strasbourg et même de Bâle. On ne connaît pas son jeune âge.

On sait, d'après les observations d'A. Muller, que les Lamproies meurent peu de temps après la ponte.

[1] *Trans. Linn. Soc.*, vol. XXII, p. 161.
[2] Nous en avons compté jusqu'à vingt-huit sur un seul poisson, tous de même taille.

On a observé des Lamproies sur la côte du Chili, au sud de la Nouvelle-Hollande, et un genre désigné sous le nom de *Mordacia* sur la côte de Van Diemen.

On est d'accord sur la place que ces poissons occupent dans l'embranchement des animaux vertébrés; les Amphyoxus seuls leur sont inférieurs.

PETROMYZON OMALII, Van Ben.[1]

En flamand : *Lamprei, Prikkel;* en français : *Lamproie.*

Ce poisson est commun entre Nieuport et la Panne. M. Eug. Coemans me dit l'avoir vu à Blankenberghe; Malm l'a trouvé en Norwége.

PATURE. — Nous avons trouvé dans leur estomac des débris de poissons Malacoptérygiens. Il est probable qu'il se nourrit, comme les Myxines, de cadavres en putréfaction, dont il suce la substance.

NOSTOSITES.

INTESTINS : *Distoma rosea*, Spec. nov.[2], pl. IV, fig. 10; *Distoma appendiculata.* Nous avons trouvé ce ver dans un état de maturité sexuelle complète.

XÉNOSITES.

Tetrarhynchus; *Cestoscolex*, avec bulbe sans ventouses.

PETROMYZON MARINUS.

En flamand : *Zeelamprei;* en français : *Lamproie de mer.*

Ce poisson n'est pas commun. — D'après Diesing, on n'en a signalé encore aucun parasite. Il mentionne seulement un Distoma dans les ventricules du cerveau du *Petromyzon fluviatilis.*

Nous n'avons pas trouvé de parasites sur plusieurs individus que nous avons ouverts.

[1] *Bulletin de l'Acad. roy. des sciences de Belgique*, 2me sér., t. II, p. 551, 1857. — M. Malm a communiqué au congrès de Christiania, un travail sur les *Petromyzodontidæ*, et signale ce poisson sur la côte de Suède.

[2] Ce Distome ressemble beaucoup à un Distome que nous avons trouvé dans le Callionyme.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE I.

Fig. 1. *Caligus gracilis*, Van Ben., de *Turbot*, chargée d'œufs. On voit à côté l'animal de grandeur naturelle.
— 2. *Caligus elegans*, Van Ben., mâle de *Gadus morrhua;* la ligne à côté indique la grandeur naturelle.
— 3. *Pandarus bicolor*, femelle de *Galeus canis*. On voit à côté l'animal de grandeur naturelle; on le trouve sur la peau.
— 4. *Clavella labracis*, femelle de *Labrus trimaculatus*, vue du côté du dos. Les sacs ovifères ne sont dessinés qu'à la base. On voit que les œufs sont fort grands et que les sacs sont courts; dessiné par mon fils.
— 5. *Bomolochus soleæ*, Van Ben., femelle chargée d'œufs, des branchies de la sole.
— 6. *Ergasilus nonus*, Van Ben., femelle de *Mugil capito;* dessiné par mon fils à Concarneau.
— 7. *Ergasilus osmeri*, Van Ben., de l'Éperlan, vu du côté du dos.

PLANCHE II.

Fig. 1. *Chondracanthus cornutus*, femelle, de *Turbot*, vue par sa face inférieure.
— 2. *Chondracanthus gurnardi*, Van Ben., femelle, de *Trigla gurnardi*, vue également du côté du ventre.
— 3. *Chondracanthus gibbosus*, Kr, femelle de *Lophius piscatorius*.
— 4. *Anchorella emarginata*, mâle et femelle, attachée encore à l'arc branchial de l'*Alosa finta*.
— 5. *Anchorella centrodonti*, femelle, de *Pagellus centrodontus*.
— 6. *Anchorella paradoxa*, Van Ben., femelle de la cavité branchiale du Maquereau.
— 7. *Anchorella uncinata*, femelle de *Gadus æglefinus*.
— 8. *Anchorella ovalis*, Kr., femelle de *Trigla gurnardus*.
— 9. *Brachiella rostrata*, Kr., femelle d'*Hyppoglossus vulgaris*.
— 10. *Brachyella thynni*, Cuv., femelle. On voit à côté la grandeur naturelle.
— 11. *Lernæopoda dalmanni*, Retz., femelle de *Raia batis*.

PLANCHE III.

Fig. 1. *Ichtyobdella anarrhicæ*, Dies., de la cavité branchiale d'*Anarichas lupus*. On voit l'animal de grandeur naturelle à côté.
— 2. *Coronilla robusta*, mâle et femelle, de grandeur naturelle, en place sur les parois de l'œsophage de *Raia circularis*.
— 3. Tête d'une femelle isolée.
— 4. Extrémité caudale de la même, indiquant la fin de l'appareil digestif et de l'appareil sexuel.
— 5. Partie antérieure du corps d'un autre individu.
— 6. Extrémité céphalique d'un mâle avec son bourrelet rabattu.
— 7. Extrémité caudale du mâle avec le pénis et les côtes de soutien.
— 8. Agamonema attachés en masse aux cœcums pyloriques de *Gadus morrhua*.
— 9. *Eustoma truncata*, Van Ben., de *Raia clavata*.
— 10. *Proleptus gordioïdes*, de *Galeus canis; a*, l'animal entier, de grandeur naturelle, *b*, la tête isolée, grossie.
— 11. *Ascarophis morrhuæ*, Van Ben., femelle, des intestins de *Gadus morrhua; a*, extrémité céphalique, *b*, — caudale, *c*, œufs.
— 12. Agamonema enkysté dans le péritoine du *Labrax lupus; a*, de grandeur naturelle, *b*, extrémité céphalique, *c*, extrémité caudale.
— 13. *Gyrodactylus* d'*Ammodytes tobianus; a*, appareil à crochets isolé.
— 14. *Gyrodactylus* de Muge. Ces deux dessins sont de mon fils.
— 15. *Gasterostoma triglæ*, Van Ben.
— 16. *Gasterostoma gracilescens* enkysté sur un arc branchial de *Lophius piscatorius; a*, arc branchial montrant le kyste en place, *b*, le kyste isolé, *c*, le Gastérostome agame, *d*, un autre un peu plus avancé.
— 17. *Gasterostoma viperæ*, Van Ben., des intestins de *Trachinus vipera*. C'est un individu sexué complet, montrant une bulbe isolée en avant, une ventouse au milieu du corps à laquelle correspond la cavité digestive unique, le pénis en arrière, le vitellogène, le vitelloducte, les œufs dans la matrice et le germigène.
— 18. *Gasterostomum crucibulum*, Rud., des intestins du Congre. On voit les mêmes organes et, de plus, les deux testicules à la hauteur de la ventouse ventrale.

PLANCHE IV.

Fig. 1. *Distoma macrobothrium*, Van Ben., des intestins de l'Éperlan.
— 2. *Distoma microphylla*, Van Ben., des intestins de l'Éperlan. On voit des individus à divers degrés de développement, les uns, agames encore, les autres, sexués et pleins d'œufs.
— 3. *Distoma vivipara*, Van Ben., des intestins de Muge, chargé d'œufs et d'embryons; *a*, ver adulte complet, *b*, embryon au sortir de l'œuf.
— 4. Un embryon de *Distoma vivipara* au sortir de l'œuf.

Fig. 5. *Distoma incisum*, sexué complet de la vésicule du fiel du loup de mer (*Anarrhicas lupus*). On voit la grandeur naturelle à côté.

— 6. Le même, encore agame, recueilli dans l'intestin.

— 7. *Distoma megastoma*, des intestins de *Mustelus vulgaris; a*, un individu de grandeur naturelle, *b*, un autre, grossi vu du côté du dos et *c* du ventre.

— 8. *Distoma callionymi*, Van Ben., de l'intestin de Callionyme lyre. On voit des individus sous divers aspects.

— 9. *Distoma cestoïdes*, Éd. Van. Ben., de grandeur naturelle de *Raia batis*.

— 9'. *Distoma lutea*, des intestins de *Scillium canicula*.

— 10. *Distoma rosea*, Van Ben., des intestins du *Petromyzon omalii*.

— 11. *Distoma ventricosum* de l'Alose.

— 12. *Echinostoma hispida*, jeune âge, des intestins d'esturgeon et montrant les principaux appareils.

— 13. *Echinostoma hispida*, sexué complet chargé d'œufs, des intestins de l'anguille prise dans le port d'Ostende.

— 14. *Distoma æglefini*, Müll., de *Morrhua vulgaris* et *Morrhua æglefinus*.

— 15. *Distoma appendiculata* de l'Alose. Un individu épanoui et un autre contracté.

— 16. *Distoma aspidophori*, Van Ben., des intestins de l'*Aspidophorus europæus*.

— 17. *Distoma pagelli*, Van Ben., des intestins du Pagel.

PLANCHE V.

Fig. 1. *Echinostoma*, des intestins de la *Motella quinquecirrhata; a*, jeune individu avant le développement des organes sexuels. Il porte encore deux taches oculaires, *b*, une partie de la couronne de crochets.

— 2. Le même, développé. Les taches oculaires ont disparu.

— 3. *Distoma reflexum*, de *Cyclopterus lumpus*.

— 4. *Distoma flavescens*, Van Ben., de *Gobius minutus*.

— 5. *Distoma tumidulum*, de *Synquathus acus*.

— 6. *Echinorhynque* enkysté dans le péritoine de la *Motella*. On voit à l'extérieur du kyste une enveloppe membraneuse, en dessous une enveloppe chitineuse jaune, toutes les deux très-minces, puis l'Échinorhynque. C'est un dessin fait par mon fils.

— 7. *Echinorhynchus gracilis*, jeune de *Mugil chelo*.

— 8. *Echinorhynchus acus* de *Gadus morrhua*. On voit un individu de grandeur naturelle à côté.

— 9. Tétrarhynque enkysté dans le péritoine de *Labrax lupus; a*, kyste de grandeur naturelle, *b*, kyste isolé et légèrement grossi, *c*, bout de la trompe du Tétrarhynque pour montrer la disposition des crochets.

— 10. Tétrarhynque enkysté dans le péritoine de *Gadus æglefinus*.

— 11. *Tetrarhynchus triglæ*, Van Ben., enkysté dans le péritoine du *Trigla gurnardus*. On voit en avant des kystes pédiculés en place, puis l'animal enveloppé encore de sa gaîne chitineuse, enfin l'animal quittant cette gaîne.

— 12. *Tetrarhynchus erinaceus;* Scolex logé dans la cavité de la bouche d'un *Lophius piscatorius*.

FIG. 13. *Discobothrium fallax*, Van Ben., des intestins de *Raia clavata.*
— 14. *Abothrium gadi*, en place dans le cœcum pylorique ouvert du *Gadus æglefinus.* La tête du Cestoïde passe et se trouve dans un étui chitineux qui fait saillie dans la cavité de l'abdomen.
— 15. *Cestoscolex de Trigla gurnardus*, se multipliant dans l'intestin par scissiparité. On voit chez les uns la tête se séparer, chez les autres l'extrémité opposée.
— 16. *Distoma cryptobothrium de Trigla gurnardus* avec trois Cestoscolex attachés par leur ventouse buccale.
— 17. — Cestoscolex enkysté dans le péritoine de l'Éperlan.
— 18. — Cestoscolex enkysté dans le péritoine de *Zeus faber.*

PLANCHE VI.

FIG. 1. Trompe de *Tetrarhynchus minutus*, de *Squatine ange.*
— 2. La même.
— 3. Trompe de *Tetrarhynchus erinaceus*, de *Raia batis.*
— 4. — de *Tetrarhynchus tetrabothrium*, de *Spinax acanthias* et de *Mustelus vulgaris.*
— 5. — — *lingualis*, de *Galeus canis* et de *Raia batis.*
— 6. — — *tenuis*, de *Galeus canis.*
— 7. — — *ruficollis*, de *Mustelus vulgaris.*
— 8. — complète de *Tetrarhynchus megacephalus*, de *Galeus canis* et *Carcharias glaucus.*
— 9. Crochets du même, vus à un grossissement plus fort.
— 10. Trompe de *Tetrarhynchus gigas*, de poisson-lune.
— 11. *Tetrarhynchus gigas* enkysté, de grandeur naturelle, du même poisson.
— 12. Le même Tétrarhynque enkysté, ouvert.
— 13. *Strobila d'Acanthobothrium Dujardinii* de *Raia clavata.*
— 14. Cestoscolex entier des intestins du Turbot montrant les canaux excréteurs; la vésicule pulsatile, les bothridées à cloison, et les taches oculaires.
— 15. *Tetrarhynchus megacephalus*, de Squale bleu, de *Galeus canis* et de *Scimnus borealis.*
— 16. Bothridée isolée d'*Acanthobothrium coronatum*, de *Squatina angelus.*
— 17. OEuf d'*Abotrium gadi*, de *Gadus æglefinus.*
— 18. Scolex de *Tetrarhynchus tetrabothrium*, de l'intestin de *Spinax acanthias.*
— 19. *Strobila* de *Tetrarhynchus minutus*, de *Squatina angelus.*
— 20. *Proglottis* de *Tetrarhynchus tenuis*, de *Galeus canis.*
— 21. Un œuf isolé du même.
— 22. Les Spermatozoïdes du même.

TABLE

DES

NOMS VULGAIRES, FLAMANDS ET FRANÇAIS, AVEC INDICATION DE LA PAGE.

A.

B.

C.

D.

M.

N.

O.

P.

R.

S.

T.

V.

W.

Z.

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES.

2. 1. 4. 5. 7. 3. 6.

Beneden, ad nat.

Lith. G Severeyns Bruxelles.





1.

2

3.

4.

5.

6.

7.

8.

9.

10.

11.

[illegible]

Lith. G. Severeyns. Bruxelles

Fig. 13. *Discobothrium fallax,* Van Ben., des intestins de *Raia clavata.*

— 14. *Abothrium gadi*, en place dans le cœcum pylorique ouvert du *Gadus æglefinus.* La tête du Cestoïde passe et se trouve dans un étui chitineux qui fait saillie dans la cavité de l'abdomen.

— 15. *Cestoscolex de Trigla gurnardus*, se multipliant dans l'intestin par scissiparité. On voit chez les uns la tête se séparer, chez les autres l'extrémité opposée.

— 16. *Distoma cryptobothrium de Trigla gurnardus* avec trois Cestoscolex attachés par leur ventouse buccale.

— 17. — Cestoscolex enkysté dans le péritoine de l'Éperlan.

— 18. — Cestoscolex enkysté dans le péritoine de *Zeus faber.*

PLANCHE VI.

Fig. 1. Trompe de *Tetrarhynchus minutus,* de *Squatine ange.*

— 2. La même.

— 3. Trompe de *Tetrarhynchus erinaceus,* de *Raia batis.*

— 4. — de *Tetrarhynchus tetrabothrium,* de *Spinax acanthias* et de *Mustelus vulgaris.*

— 5. — — *lingualis,* de *Galeus canis* et de *Raia batis.*

— 6. — — *tenuis,* de *Galeus canis.*

— 7. — — *ruficollis,* de *Mustelus vulgaris.*

— 8. — complète de *Tetrarhynchus megacephalus*, de *Galeus canis* et *Carcharias glaucus.*

— 9. Crochets du même, vus à un grossissement plus fort.

— 10. Trompe de *Tetrarhynchus gigas,* de poisson-lune.

— 11. *Tetrarhynchus gigas* enkysté, de grandeur naturelle, du même poisson.

— 12. Le même Tétrarhynque enkysté, ouvert.

— 13. *Strobila d'Acanthobothrium Dujardinii* de *Raia clavata.*

— 14. Cestoscolex entier des intestins du Turbot montrant les canaux excréteurs; la vésicule pulsatile, les bothridées à cloison, et les taches oculaires.

— 15. *Tetrarhynchus megacephalus,* de Squale bleu, de *Galeus canis* et de *Scimnus borealis.*

— 16. Bothridée isolée d'*Acanthobothrium coronatum*, de *Squatina angelus.*

— 17. OEuf d'*Abotrium gadi*, de *Gadus æglefinus.*

— 18. Scolex de *Tetrarhynchus tetrabothrium*, de l'intestin de *Spinax acanthias.*

— 19. *Strobila* de *Tetrarhynchus minutus,* de *Squatina angelus.*

— 20. *Proglottis* de *Tetrarhynchus tenuis,* de *Galeus canis.*

— 21. Un œuf isolé du même.

— 22. Les Spermatozoïdes du même.

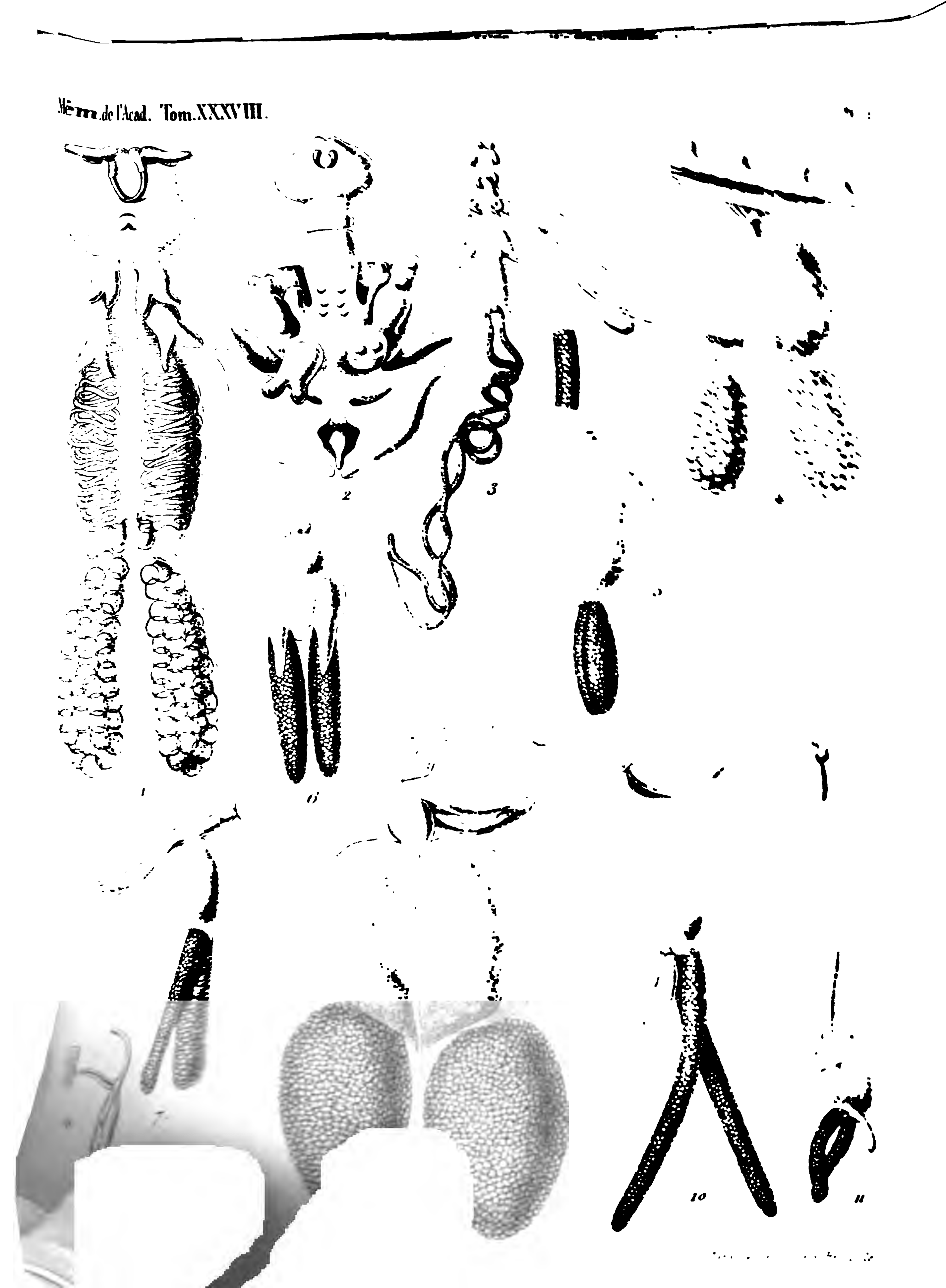

1
2
3
6
10
11

FIG. 13. *Discobothrium fallax*, Van Ben., des intestins de *Raia clavata*.
— 14. *Abothrium gadi*, en place dans le cœcum pylorique ouvert du *Gadus æglefinus*. La tête du Cestoïde passe et se trouve dans un étui chitineux qui fait saillie dans la cavité de l'abdomen.
— 15. *Cestoscolex de Trigla gurnardus*, se multipliant dans l'intestin par scissiparité. On voit chez les uns la tête se séparer, chez les autres l'extrémité opposée.
— 16. *Distoma cryptobothrium de Trigla gurnardus* avec trois Cestoscolex attachés par leur ventouse buccale.
— 17. — Cestoscolex enkysté dans le péritoine de l'Éperlan.
— 18. — Cestoscolex enkysté dans le péritoine de *Zeus faber*.

PLANCHE VI.

FIG. 1. Trompe de *Tetrarhynchus minutus*, de *Squatine ange*.
— 2. La même.
— 3. Trompe de *Tetrarhynchus erinaceus*, de *Raia batis*.
— 4. — de *Tetrarhynchus tetrabothrium*, de *Spinax acanthias* et de *Mustelus vulgaris*.
— 5. — — *lingualis*, de *Galeus canis* et de *Raia batis*.
— 6. — — *tenuis*, de *Galeus canis*.
— 7. — — *ruficollis*, de *Mustelus vulgaris*.
— 8. — complète de *Tetrarhynchus megacephalus*, de *Galeus canis* et *Carcharias glaucus*.
— 9. Crochets du même, vus à un grossissement plus fort.
— 10. Trompe de *Tetrarhynchus gigas*, de poisson-lune.
— 11. *Tetrarhynchus gigas* enkysté, de grandeur naturelle, du même poisson.
— 12. Le même Tétrarhynque enkysté, ouvert.
— 13. *Strobila d'Acanthobothrium Dujardinii* de *Raia clavata*.
— 14. Cestoscolex entier des intestins du Turbot montrant les canaux excréteurs; la vésicule pulsatile, les bothridées à cloison, et les taches oculaires.
— 15. *Tetrarhynchus megacephalus*, de Squale bleu, de *Galeus canis* et de *Scimnus borealis*.
— 16. Bothridée isolée d'*Acanthobothrium coronatum*, de *Squatina angelus*.
— 17. OEuf d'*Abotrium gadi*, de *Gadus æglefinus*.
— 18. Scolex de *Tetrarhynchus tetrabothrium*, de l'intestin de *Spinax acanthias*.
— 19. *Strobila* de *Tetrarhynchus minutus*, de *Squatina angelus*.
— 20. *Proglottis* de *Tetrarhynchus tenuis*, de *Galeus canis*.
— 21. Un œuf isolé du même.
— 22. Les Spermatozoïdes du même.



FIG. 13. *Discobothrium fallax*, Van Ben., des intestins de *Raia clavata*.
— 14. *Abothrium gadi*, en place dans le cœcum pylorique ouvert du *Gadus æglefinus*. La tête du Cestoïde passe et se trouve dans un étui chitineux qui fait saillie dans la cavité de l'abdomen.
— 15. *Cestoscolex de Trigla gurnardus*, se multipliant dans l'intestin par scissiparité. On voit chez les uns la tête se séparer, chez les autres l'extrémité opposée.
— 16. *Distoma cryptobothrium de Trigla gurnardus* avec trois Cestoscolex attachés par leur ventouse buccale.
— 17. — Cestoscolex enkysté dans le péritoine de l'Éperlan.
— 18. — Cestoscolex enkysté dans le péritoine de *Zeus faber*.

PLANCHE VI.

FIG. 1. Trompe de *Tetrarhynchus minutus*, de *Squatine ange*.
— 2. La même.
— 3. Trompe de *Tetrarhynchus erinaceus*, de *Raia batis*.
— 4. — de *Tetrarhynchus tetrabothrium*, de *Spinax acanthias* et de *Mustelus vulgaris*.
— 5. — — *lingualis*, de *Galeus canis* et de *Raia batis*.
— 6. — — *tenuis*, de *Galeus canis*.
— 7. — — *ruficollis*, de *Mustelus vulgaris*.
— 8. — complète de *Tetrarhynchus megacephalus*, de *Galeus canis* et *Carcharias glaucus*.
— 9. Crochets du même, vus à un grossissement plus fort.
— 10. Trompe de *Tetrarhynchus gigas*, de poisson-lune.
— 11. *Tetrarhynchus gigas* enkysté, de grandeur naturelle, du même poisson.
— 12. Le même Tétrarhynque enkysté, ouvert.
— 13. *Strobila d'Acanthobothrium Dujardinii* de *Raia clavata*.
— 14. Cestoscolex entier des intestins du Turbot montrant les canaux excréteurs; la vésicule pulsatile, les bothridées à cloison, et les taches oculaires.
— 15. *Tetrarhynchus megacephalus*, de Squale bleu, de *Galeus canis* et de *Scimnus borealis*.
— 16. Bothridée isolée d'*Acanthobothrium coronatum*, de *Squatina angelus*.
— 17. OEuf d'*Abotrium gadi*, de *Gadus æglefinus*.
— 18. Scolex de *Tetrarhynchus tetrabothrium*, de l'intestin de *Spinax acanthias*.
— 19. *Strobila* de *Tetrarhynchus minutus*, de *Squatina angelus*.
— 20. *Proglottis* de *Tetrarhynchus tenuis*, de *Galeus canis*.
— 21. Un œuf isolé du même.
— 22. Les Spermatozoïdes du même.

TABLE

DES

NOMS VULGAIRES, FLAMANDS ET FRANÇAIS, AVEC INDICATION DE LA PAGE.

A.

B.

C.

D.

PEAU : *Tristoma molæ*, Blanchart [1]; *Læmargus muricatus* [2]; *Penella*..... [3]; *Lepeoptheirus monacanthus*, Heller [4].

BRANCHIES : *Læmargus muricatus*, Kr.? [5]; *Cecrops latreillii* [6]; toujours on en trouve, et en abondance; *Tristoma papillosum* [7]; nous n'en avons pas trouvé; *Pandarus*........ [8]; *Caligus*.......

ESTOMAC ET INTESTINS : *Distoma nigroflavum*, Rud.; nous en avons trouvé une dizaine

sur les branchies et qui ne fait jamais défaut; les autres parasites qu'il a trouvés sur la peau sont : un *Tristoma*, probablement le *Papillosa* de Diesing, un *Calige*, un *Pandare* femelle et le *Læmargus muricatus*. Ces parasites sont assez incomplétement représentés, et le *Tristoma* est figuré avec la grande ventouse postérieure en avant, comme autrefois Baster a figuré les Caliges. Ces figures ne portent pas de nom.

[1] *Ann. des sc. natur.*, 3me sér., vol. VIII, p. 326, *Voyage sur les côtes de Sicile*, p. 129, pl. II, fig. 2, 2 *a*.

[2] Nous avons rapporté de Concarneau (côtes de Bretagne) plusieurs individus des deux sexes qui avaient été pris sur la peau. J'en avais reçu antérieurement de Copenhague. Nous n'en avons trouvé sur aucun des poissons que nous avons eus. Vander Hoeven fait remarquer que les *Læmargus muricatus* connus dans les collections, viennent presque tous de Copenhague et que ces individus ont été recueillis sur un *Orthagoriscus mola* pêché dans l'Atlantique.

[3] A. Agassiz, sur un *Penella*, parasite de l'*Orthagoriscus mola*. Sur le *Penella*, Agassiz a trouvé une *Campanularia* (*Eucope parasitica*), *Illustrated catalogue of the Museum of comparat. zoology*... Cambridge, 1865, p. 87.

[4] Sur une Môle de la Méditerranée, Heller, *Reise der österr. Fregatte Novara*, Wien, 1865, p. 1,883, pl. XVI, fig. 3.

[5] Van Beneden, *Mémoire de l'Académie royale de Belgique*, t. XXXIII, p. 129, pl. XIX, fig. 1-4. — Vander Hoeven, *Over Cecrops en Læmargus*, MÉM. DE LA SOC. ENTOM. DES PAYS-BAS, t. I, p. 67.

[6] *Bullet. de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XXII, n° 10, et *Recherches sur les Crustacés*, pl. XX. — Les Cécrops de nos bords flottent par milliers sur la surface de l'eau, loin des côtes, dit Risso, et servent de nourriture à divers poissons voyageurs, principalement au *Céphale-lune*, dont l'estomac est toujours rempli d'une quantité étonnante de ces Bopyrides, *Hist. nat. de l'Eur. mérid.*, vol. V, p. 141. Il est inutile de faire remarquer que les Cécrops ne vivent pas librement, et si l'on en voit en grand nombre dans la bouche des poissons-lunes, ce n'est pas qu'ils aient été avalés, mais bien qu'ils y vivent en commensaux.

[7] Grube, *Actin. u. Wurm. d. Adriat. u. Mittelmeers*, Konigsberg, 1840, p. 49. — Grube a voulu donner le nom de *T. aculeatum* à ce ver qu'il a rapporté de Sicile; mais il reste à savoir s'il provient réellement de l'*Orthragoriscus mola*. Il pourrait bien provenir de *Xiphias gladius*. « Meine Exemplare sollen angeblich von *O. mola* abgelesen sein, » dit-il. — Yarrell a observé une vingtaine de *Tristoma coccineum* sur la tête d'un de ces poissons pris sur la côte d'Angleterre.

[8] Jonathan Couch, *A hist. of the fishes of the British Islands*, 1865, vol. IV, p. 380.

d'exemplaires; *Distoma macrocotyle*, Dies. [1]; *Dibothrium microcephalum;* nous avons vu une vingtaine d'individus dans un poisson. Wahlgren a trouvé le même ver; *Ascaris*........ Rudolphi a signalé un *Ascaris* dans ce poisson; mais, comme le fait remarquer Dujardin, cette espèce est fort douteuse puisqu'elle repose sur deux petits individus trouvés dans l'eau où Rudolphi avait mis la veille les intestins d'un poisson-lune [2].

XÉNOSITES.

MUSCLES : *Tetrarhynchus gigas*, Cuv. = *elongatus*, Rud., abondant, pl. VI, fig. 10-12; *Nematobothrium filarina*, Van Ben. [3]; *Bothriocephalus microcephalus* [4].

FOIE : *Tetrarhynchus reptans*, d'après Cobbold [5].

LOPHOBRANCHES.

Par les parasites, comme par d'autres caractères, les *Lophobranches* s'éloignent peu des *Téleostei* ordinaires.

On sait que les mâles logent les œufs dans des poches particulières à côté de l'anus jusqu'à l'éclosion des embryons. Ce sont vraiment des poissons marsupiaux. Chez nos *Syngnatus* cette poche se forme par une simple extension de la peau.

On trouve des Lophobranches dans toutes les mers; quelques-uns, comme

[1] M. P. Olsson a reconnu dans l'*Orthrag. nasus* le *Distoma macrocotyle* (Diesing) et le *Distoma nigroflavum*. Ces deux Distomes ont été également reconnus par M. Wahlgren dans le *Mola nasus*.

[2] Du Jardin, *loc. cit.*, p. 192.

[3] *Mém. sur les vers intestinaux*, pl. XIII, p. 107. Paris, 1858. N'est-ce pas le même ver que Rudolphi a désigné sous le nom de *Distoma nigroflavum* dans la Môle? Il faudra voir quels sont les rapports qui existent entre le *Nematobothrium filarina* du Maigre d'Europe, le *Distoma filicolle* du *Brama raii*, le *Monostoma tenuicollis* du *Lampris guttata* et le *Distoma okenii* ou *Monostoma filicolle* de l'*Orthagoriscus mola*. Le *Distoma contortum* de Rudolphi, trouvé à Naples sur les branchies du même *Orthagoriscus mola*, devrait également être comparé à ceux-ci. Nous en dirons encore autant du *Distoma clavatum* du *Scomber pelamys*. — Dujardin non-seulement révoque en doute leur nature de Distome, mais il ne pense même pas que ce soient des Trématodes. Dujardin, *Histoire naturelle des Helminthes*, pp. 459 et 469.

[4] Olsson, *Entozoen*... p. 55.

[5] Un jeune poisson, pris en septembre 1856, n'avait pas de vers dans l'intestin, mais des *Gymnorhynchus reptans*, Rud., sur le foie, dit Cobbold, *Trans. Linn. Soc.*, vol. XX, p. 161.

Peau : *Tristoma molæ*, Blanchart [1]; *Læmargus muricatus* [2]; *Penella.....* [3]; *Lepeoptheirus monacanthus*, Heller [4].

Branchies : *Læmargus muricatus*, Kr.? [5]; *Cecrops latreillii* [6]; toujours on en trouve, et en abondance; *Tristoma papillosum* [7]; nous n'en avons pas trouvé; *Pandarus........* [8]; *Caligus.......*

Estomac et intestins : *Distoma nigroflavum*, Rud.; nous en avons trouvé une dizaine

sur les branchies et qui ne fait jamais défaut; les autres parasites qu'il a trouvés sur la peau sont : un *Tristoma*, probablement le *Papillosa* de Diesing, un *Calige*, un *Pandare* femelle et le *Læmargus muricatus*. Ces parasites sont assez incomplétement représentés, et le *Tristoma* est figuré avec la grande ventouse postérieure en avant, comme autrefois Baster a figuré les Caliges. Ces figures ne portent pas de nom.

[1] *Ann. des sc. natur.*, 3me sér., vol. VIII, p. 326, *Voyage sur les côtes de Sicile*, p. 129, pl. II, fig. 2, 2 *a*.

[2] Nous avons rapporté de Concarneau (côtes de Bretagne) plusieurs individus des deux sexes qui avaient été pris sur la peau. J'en avais reçu antérieurement de Copenhague. Nous n'en avons trouvé sur aucun des poissons que nous avons eus. Vander Hoeven fait remarquer que les *Læmargus muricatus* connus dans les collections, viennent presque tous de Copenhague et que ces individus ont été recueillis sur un *Orthagoriscus mola* pêché dans l'Atlantique.

[3] A. Agassiz, sur un *Penella*, parasite de l'*Orthagoriscus mola*. Sur le *Penella*, Agassiz a trouvé une *Campanularia* (*Eucope parasitica*), *Illustrated catalogue of the Museum of comparat. zoology...* Cambridge, 1865, p. 87.

[4] Sur une Môle de la Méditerranée, Heller, *Reise der österr. Fregatte Novara*, Wien, 1865, p. 1,883, pl. XVI, fig. 3.

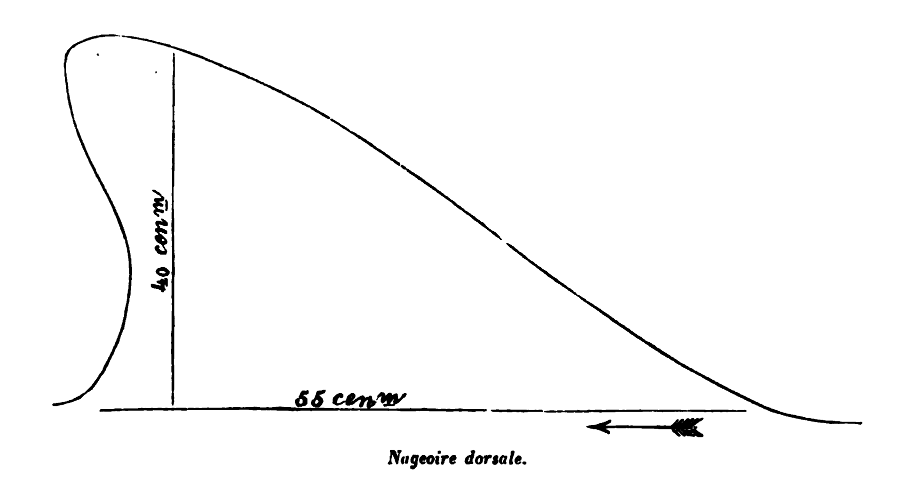
[5] Van Beneden, *Mémoire de l'Académie royale de Belgique*, t. XXXIII, p. 129, pl. XIX, fig. 1-4. — Vander Hoeven, *Over Cecrops en Læmargus*, Mém. de la Soc. entom. des Pays-Bas, t. I, p. 67.

[6] *Bullet. de l'Acad. roy. de Belgique*, t. XXII, n° 10, et *Recherches sur les Crustacés*, pl. XX. — Les Cécrops de nos bords flottent par milliers sur la surface de l'eau, loin des côtes, dit Risso, et servent de nourriture à divers poissons voyageurs, principalement au *Céphale-lune*, dont l'estomac est toujours rempli d'une quantité étonnante de ces Bopyrides, *Hist. nat. de l'Eur. mérid.*, vol. V, p. 141. Il est inutile de faire remarquer que les Cécrops ne vivent pas librement, et si l'on en voit en grand nombre dans la bouche des poissons-lunes, ce n'est pas qu'ils aient été avalés, mais bien qu'ils y vivent en commensaux.

[7] Grube, *Actin. u. Wurm. d. Adriat. u. Mittelmeers*, Konigsberg, 1840, p. 49. — Grube a voulu donner le nom de *T. aculeatum* à ce ver qu'il a rapporté de Sicile; mais il reste à savoir s'il provient réellement de l'*Orthragoriscus mola*. Il pourrait bien provenir de *Xiphias gladius*. « Meine Exemplare sollen angeblich von *O. mola* abgelesen sein, » dit-il. — Yarrell a observé une vingtaine de *Tristoma coccineum* sur la tête d'un de ces poissons pris sur la côte d'Angleterre.

[8] Jonathan Couch, *A hist. of the fishes of the British Islands*, 1865, vol. IV, p. 380.

La nageoire dorsale est placée fort loin en arrière; elle est comparativement petite, assez mince et légèrement recourbée en arrière; nous en reproduisons ici le contour.



Nageoire dorsale.

La nageoire dorsale a 40 centimètres de hauteur, et, d'avant en arrière, une longueur de 55 centimètres à la base.

La nageoire pectorale en place est longue de 1^{m},95; détachée, elle mesure, depuis la tête de l'humérus jusqu'au bord libre, 2^{m},15, et 59 centimètres en largeur.

La nageoire caudale est large de 3^{m},55.

Vers le milieu de la longueur des os maxillaires, les fanons sont les plus longs; en dedans de chacun d'eux, on voit sur le même rang, outre le fanon principal, trois ou quatre lames de plus en plus courtes à mesure qu'on approche de la ligne médiane, et dont les dernières sont formées uniquement de soies isolées. Ces soies forment, avec les barbes du bord interne de chaque lame, y compris la longue, une brosse qui donne au palais un aspect poilu.

Chaque fanon a son bord externe uni.

Ces lames ont une couleur foncée et une teinte bleuâtre; vers le milieu, elles sont généralement striées dans leur longueur et en avant elles deviennent toutes pâles. C'est ce que l'on a observé dans beaucoup d'individus de cette espèce.

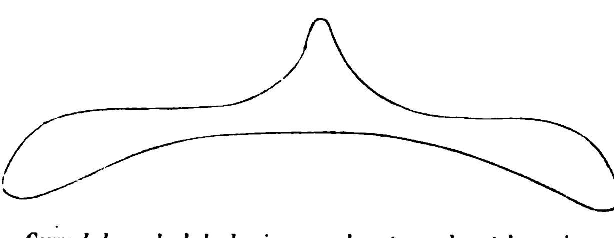
Il n'est pas possible de dire le nombre de fanons, puisque les derniers ne consistent que dans des soies isolées.

Les fanons étaient encore en place quand l'animal était arrivé à Terneuze, mais le propriétaire avait autorisé un grand nombre de visiteurs à emporter une lame comme souvenir. Quand nous sommes arrivé, les fanons du milieu avaient, pour la plupart, disparu avec ceux de devant, de manière que nous n'avons pu nous assurer comment ils se comportent en avant sur la ligne médiane. M. Flower a été plus heureux dernièrement à Plymouth, où il a pu s'assurer que les deux rangs de fanons s'unissent en avant en fer à cheval, comme dans la *Balænoptera rostrata* et probablement dans toutes les Balénoptères.

En arrière, chaque rangée de fanons forme au palais un tour de spire, et ces organes diminuent insensiblement en longueur comme en largeur, ne formant plus à la fin que des soies très-régulièrement implantées dans la peau du palais à l'entrée du gosier.

Les plus longs fanons mesurent 63 centimètres et ont une largeur de 25 centimètres à leur base; les lames qui sont placées en dedans ont successivement 13 et 20 millimètres de longueur. L'espace occupé par les fanons mesure de dedans en dehors 73 millimètres.

La couche de lard est fort irrégulièrement répartie à la surface de la tête; vers le milieu, elle s'élève en une forte crête, puis en dehors des intermaxillaires, elle est fort mince et devient de nouveau plus épaisse vers le milieu des maxillaires; c'est du moins ce que nous voyons clairement par une coupe que nous reproduisons et qui représente la couche de lard vue en place au-dessus des os. En enlevant le lard, on avait coupé des lanières en travers et c'est une de ces lanières, à peu de distance au-devant des narines, que nous reproduisons ici.



Coupe de la couche de lard qui recouvre le rostre au-devant des narines.

En avant, près du bout du rostre, cette crête du milieu a presque complétement disparu.

« J'ai été frappé de voir l'immense orifice des na-

rines, » m'écrivait mon fils qui, en revenant de Londres, et ayant appris à Ostende cette intéressante capture, s'était rendu immédiatement à Terneuze. Ces narines sont placées dans une dépression, au-devant de laquelle on voit, dans toute la longueur de la tête, sur la ligne médiane, une crête assez développée diminuant d'arrière en avant.

Cette dépression était encore fort distincte lorsque nous avons vu le cadavre; entre les deux narines on voyait en avant un profond ravin.

Les orifices des narines ont une longueur de 33 centimètres d'avant en arrière; en avant, elles sont rapprochées l'une de l'autre de manière à ne présenter entre elles qu'une distance de 5 centimètres, tandis qu'en arrière, les commissures sont au moins à 19 centimètres l'une de l'autre. Nous avons fait mouler les narines pour en conserver exactement les dispositions.

Nous aurions voulu nous assurer si les mamelles s'ouvrent sur la ligne médiane dans cette Balénoptère mâle, comme Eschricht l'a signalé chez des Dauphins; mais le cadavre était dans un état de putréfaction trop avancé, et il n'était pas possible de l'approcher, encore moins de le soulever.

Nous n'avons pu non plus nous assurer de la disposition de l'orifice du pénis. L'on sait que M. Murie a signalé, dans ces derniers temps, que l'orifice du pénis d'une Balénoptère de cette espèce est double, et que ce fait n'a pas été confirmé par M. Flower [1]. Nous avons tout lieu de croire qu'un des deux orifices signalés par M. Murie était artificiel.

M. Flower a publié un dessin de l'animal remorqué à Langston, à 2 milles à l'est de Portsmouth, en 1869, et le savant directeur du Musée royal du collége des chirurgiens de Londres fait remarquer que les seuls dessins que l'on possède de cette espèce sont ceux de Rosenthal (1827), de Schlegel (1841), de Heddle (1856), et de Sars (1865). Nous pourrions ajouter que Schlegel a également figuré la femelle qui a échoué, en 1836, sur les côtes des Pays-Bas, et Blumenbach a donné une figure de l'individu qu'il a vu, en 1791, à Wijk-aan-Zee [2], et dont le crâne est conservé au Musée de Leyde.

Il existe aussi un dessin de celui qui a échoué à Ostende en 1827 et dont

[1] Le pénis observé par Flower ne présente pas deux orifices, comme M. Murie l'avait cru, d'après un mâle qu'il avait disséqué.

[2] *Abbild. natur. histor. Gegenstände*, n° 74.

Du Bar a publié l'ostéologie. Goldfuss a reproduit ce dessin dans son grand atlas, vol. IV, pl. 332.

La figure que Van Breda a donnée de cette Balénoptère, d'après l'individu préparé à Ostende en 1827, est mauvaise, ou plutôt est complétement sans valeur. L'animal est représenté couché sur le dos [1].

La figure publiée par Martens et reproduite par Brandt dans la *Zoologie médicale* n'est pas sans mérite, mais la nageoire dorsale est trop grande ainsi que la nageoire pectorale, et la première est placée beaucoup trop en avant.

M. Flower a observé l'existence de deux dépressions cutanées près du bout du rostre; nous n'avons pu nous assurer si ces deux dépressions existaient également dans l'animal de Flessingue. Le cadavre était trop mal placé pour que nous ayons pu remarquer cette particularité.

Le dessin de la Balénoptère publié par M. Sars est fait d'après l'animal qu'il a observé aux îles Loffoden; il l'a représenté vu de profil, en dessus et en dessous, et il a fait dessiner la tête séparément, les nageoires pectorale et dorsale, les fanons, la peau et la disposition des poils ainsi que la tête osseuse, l'atlas et l'axis, le membre pectoral, le sternum avec la première côte et l'omoplate.

La coupe de la peau, représentant les plis sous la gorge et le ventre, figure un simple sillon, tandis que le Dr J. Murie figure au fond de ce sillon plusieurs replis et sillons secondaires. Nous regrettons beaucoup de ne pas avoir conservé une coupe de la peau de cette région.

Schlegel a également figuré la coupe de ces replis, qui sont simples, comme Sars les a donnés, mais les bords nous paraissent un peu anguleux [2] dans ses dessins.

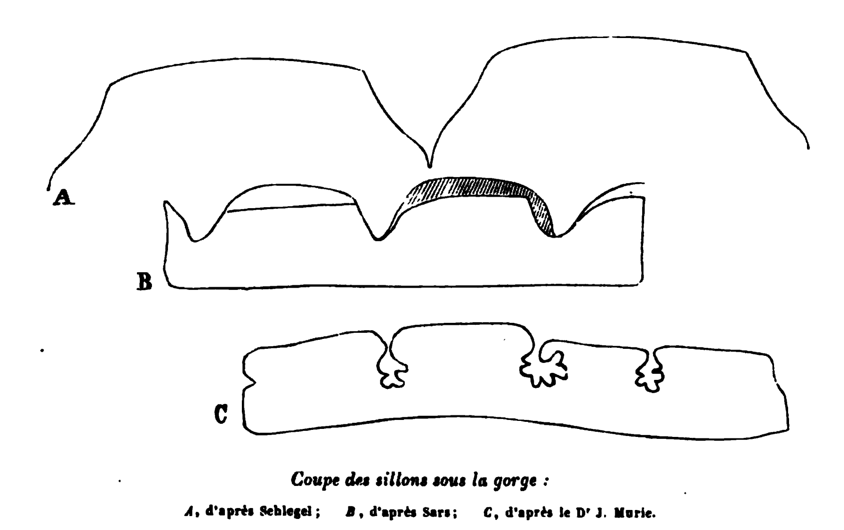
Le Dr J. Murie, dans son intéressante notice sur la *Balænoptera musculus*, capturée dans la Tamise en mai 1859, a figuré la coupe de la peau plissée sous la gorge et sous le ventre, les quatre cavités de l'estomac qui se suivent, le bout du pénis et les bouts supérieurs des quatre premières côtes.

Le Dr J. Murie est le seul qui figure des replis au fond des sillons. La

[1] *Algemeene konst-en-letterbode*, 1827.
[2] *Abhand.*, pl. VI, fig. 5.

différence entre la coupe de ces sillons, donnée par MM. Schlegel, Sars et Murie, provient peut-être de la différence des régions qu'ils ont étudiées.

Voici, d'après ces auteurs, la coupe de ces sillons.



Coupe des sillons sous la gorge :
A, d'après Schlegel; *B*, d'après Sars; *C*, d'après le Dr J. Murie.

Nous n'avons pas négligé de porter notre attention sur les parasites et les commensaux; nous aurions été bien aise de trouver des *Penella* sur la peau ou des Échinorhynques dans l'intestin, mais l'animal était trop avancé et les intestins ne formaient plus qu'une masse informe et inabordable [1].

Le poids du squelette pesé au chemin de fer était d'environ 2,000 kilogrammes.

La Balénoptère qui est à *Rosherville-Garden* et qui avait 60 pieds de longueur pesait 45 tonnes.

L'animal était trop mal placé, quand nous sommes arrivé, pour que nous ayons pu songer à le faire dessiner ou photographier.

Avant de donner la description du squelette, nous résumerons dans des tableaux les divers sujets connus qui sont venus se perdre sur les côtes d'Europe, avec l'indication des lieux, du sexe, de la taille et des auteurs qui en font mention.

[1] Le docteur Murie a observé dans l'estomac de l'individu échoué dans la Tamise, des débris de Méduse et des fragments d'Entomostracés.

Nous trouvons dans les anciens auteurs un assez bon nombre de citations d'après lesquelles des baleines ont échoué sur nos côtes et dans l'Escaut; mais comme il n'est pas possible de connaître l'espèce de baleine que ces auteurs ont vue et que l'exagération a toujours une large part dans le récit qu'ils nous ont laissé, ces renseignements sont généralement de peu de valeur. Il n'y a que le Cachalot qui a échoué dans l'Escaut en 1577, et qu'Ambroise Paré mentionne dans le 25e livre de ses œuvres, dont on connaisse véritablement le nom et les dimensions. Aussi nous bornerons-nous à reproduire les citations qui ne remontent pas plus haut que la fin du siècle dernier.

BALÆNOPTERA MUSCULUS.

Balénoptères observées sur les côtes de Belgique et des Pays-Bas.

DATES.	LIEUX.	SEXE.	TAILLE.	MUSÉES ET NOMS D'AUTEURS qui en ont fait mention.
Décembre 1765 . .	Texel.	. . .	70′	Vu vivant en mer, *in 't Gat.*
28 novembre 1791 . .	Wijk-aan-Zee	♀	52	Crâne, à Leyde; Blumenbach, *Abbild. naturl. Gegenst.* Göttingen, 1810. Van Breda en possédait un dessin.
4 — 1827 . .	Ostende	♀	80′	Amérique? Du Bar, Vanderlinden, Morren, Van Breda.
17 septembre 1835 . .	Wijk-aan-Zee	♀	50	Vrolik, *Ann. sc. nat.*, 1838.
Septembre 1836 . .	Côtes des Pays-Bas . .	♀	51	Schlegel, *Abhandl.*, pl. 6.
— 1840 . .	Embouch. de la Meuse.	♀	65′	— — 1 H.
Décembre 1841 . .	Katwijk-aan-Zee . . .	♂	40′	A Leyde, Schlegel, fig. dans *Abhandl.*, pl. 9.
1844 . .	Hollande.	♂	40	Schlegel.
23 novembre 1851 . .	Vlieland	♂	72′	Anvers, Van Beneden.
1862 . .	Wick	. . .	50′	
9 avril 1866 . .	Texel	♀	47′	Bruxelles.
Balénoptères de la même espèce échouées sur les côtes de Danemark, de Norwége, dans la Baltique, ou observées au nord de l'Atlantique.				
Avril 1825 . .	Ile Rugen	♂	44′	Greifswalde, Rosenthal.
1836 . .	Ouest-Jutland	. . .	70′	Crâne, Louvain, Eschricht.
1837 . .	Norwége.	. . .	68′	Christiania.

DATES.	LIEUX.	SEXE.	TAILLE.	MUSÉES ET NOMS D'AUTEURS qui en ont fait mention.
21 septembre 1841 . .	Nord-Zélande	♂	. . .	Copenhague.
	Oster Risör.	. . .	68′	Christiania.
	Norwége.	♀	66′	Ascanius.
1843 . .	Baie de Baffin	♀	. . .	Moeller, individu mort.
Printemps 1846 . .	Farsund	♂	62′	
Novembre 1858 . .	Norwége.	♂	56′	Bergen.
	Loffoden.	. . .	. . .	Sars.
1860 . .	Baltique	. . .	. . .	Aug. Muller.
1 septembre 1861 . .	Spitzberg	. . .	. . .	Malmgren.
1862 . .	Greifswalde.	. . .	51′	Squelette, à Breslau.

Individus de la même espèce échoués sur les côtes d'Angleterre, d'Écosse et d'Irlande.

17 novembre 1690 . .	. . . .	♂	46′	Sibbald.
Septembre 1692 . .	. . . .	♂	78′	—
19 juin 1752 . .	Berwickshire	. . .	52′	Scoresby.
10 — 1761 . .	—	. . .	46′	Walker.
18 — 1797 . .	Cornouailles	. . .	70′	
23 octobre 1808 . .	Firth of Forth. . . .	♂	43′	Patr. Neill.
1817-18 .	Shetland.	. . .	82′	Scoresby.
	Cornouailles	♀	79′	A la poursuite des harengs.
Avril 1825 . .	Ouest-Irlande	♀	70′	Ar. Jacob, Dublin, *Phil. journ.*, 2 nov. 1825.
1830 . .	Brighton.	. . .	63′	
27 septembre 1831 . .	Plymouth	♀	79 ou 74	British Museum; individu trouvé mort.
2 octobre 1831 . .	—	. . .	74 ½	Alexandra Park, British Museum; trouvé mort.
5 — 1831 . .	North-Berwick. . . .	. . .	79 ou 84′	Édimbourg, Knox, bassin bien conservé.
5 février 1840 . .	Charmouth	. . .	41	Proceed. zool. Soc., 1840.
Avril 1842 . .	Ile de Wight	. . .	75′	Blackgang, Chine.
1846 . .	Coast of Wales. . . .	. . .	38′	British Museum; cadavre remorqué à Liverpool.
28 septembre 1850 . .	Margate	. . .	55′	Coll. roy. des chirurg. de Londres et la moitié à Cambridge.
9 mars 1856 . .	Orcades	♀	50′	Heddle.
— —	—	♂	. . .	A peu de temps de là.
1857 . .	Yarmouth	. . .	. . .	Tête, coll. roy. des chir. de Londres.

DATES.		LIEUX.	SEXE.	TAILLE.	MUSÉES ET NOMS D'AUTEURS qui en ont fait mention.
Mai	1859 . .	Gravesend	♂	60	Rosherville, Murie.
Août	1863 . .	Falmouth	♂	70′	Alexandra Park.
13 novembre	1865 . .	Pevensey-Bay	♂	67′	Cambridge, individu trouvé mort en mer, Flower.
20 —	1869 . .	Quinze milles du Havre.	♂	61′	Flower, Proc. zool. Soc., décembre 1869.
		Individus échoués dans la Méditerranée.			
20 mars	1798 . .	Ile Sainte-Marguerite .	♀	82′	Paris, tête et ossements divers; Cuvier.
27 novembre	1828 . .	Saint-Cyprien	. . .	72′	Lyon, squelette, Fred. Cuvier.
Décembre	1860 . .	Toulon	. . .	. . .	Paul Gervais.
		Port-Vendres	. . .	5 mètres.	Paul Gervais.
	1863 . .	Saint-Tropez	. . .	. . .	Paul Gervais.
18 juin	1863 . .	Espagne.	. . .	. . .	Madrid?
10 novembre	1854 . .	Bordigliera (Ligurie occidentale).	. . .	19m40	Turin.
	1833 . .	Saint-Cyprien	. . .	. . .	Farines et Carcassonne, Blainville.
	1835 ? .	Dans les madragues de Saint-Tropez (Var).			
	1862 . .	Hérault	♀	. . .	Paul Gervais ; cadavre remorqué à Lanza.
	1866 . .	Civita-Vecchia	♀	22 mèt.	Rome, prof. Diario.
					Squelette, à Marseille.
		Individus échoués sur les côtes de France, côtes ouest.			
7 février	1812 . .	Saint-Quentin	. . .	. . .	Baillon.
	1827 . .	Souty.	♀	56	
16 août	1829 . .	Emb. Somme	♂	41′	Ravin.
Janvier	1842 . .	Berg, Pas-de-Calais. .	. . .	. . .	Blainville et Gervais.
	1847 . .	Havre, près Saint-Vigor.	. . .	14 mèt.	Paris.
	185 . .	Saint-Brieuc	♂	45′	Saint-Brieuc, le prof. Nimier.
	1852 . .	Havre.	. . .	. . .	Vélins, Muséum.
15 février	1857 . .	Boulogne	♂	60′	Boulogne, divers ossements.

On a compté jusque dans ces derniers temps, dans le nord Atlantique, plusieurs espèces de grandes Balénoptères, parmi lesquelles se trouvait une espèce qui ne repose que sur un seul squelette connu, momentanément perdu. A cause de sa grande taille, cette espèce a été désignée, de commun accord par Eschricht et moi, sous le nom de *Balœnoptera gigas.*

Indépendamment de la taille, cette Balénoptère se distinguait par la bifurcation à la première côte. M. J. Muller avait, le premier, attiré l'attention des naturalistes sur ce caractère, que montre également le squelette de *Balœnoptera borealis* ou *laticeps* qui est à Berlin.

En étudiant le squelette de *Balœnoptera borealis* ou *laticeps* au cap Nord, qui était entouré encore d'une partie des chairs desséchées et du périoste, et que j'avais obtenu d'Eschricht, je commençais à douter de l'importance de ce caractère, puisqu'on voyait à droite une côte cervicale distincte couchée sur la première côte, à gauche une apophyse régulière à la même place, qui n'aboutissait pas aux apophyses transverses des vertèbres.

Ce doute fut augmenté par l'examen d'un squelette de Dauphin et un autre de Marsouin. Ces deux squelettes avaient, chacun, une côte supplémentaire, et si dans les Cétacés ce caractère avait de l'importance, il fallait faire de ces deux squelettes les types de deux espèces nouvelles.

Nous fîmes connaître le résultat de ces observations dans une notice qui a été insérée dans les *Bulletins de l'Académie.*

Nous avions admis trois espèces de Balénoptères au nord de l'Atlantique, et M. le Dr Gray fit de chaque espèce un genre sous les noms de *Physalus, Sibbaldus* et *Balœnoptera.* Peu de temps après, il créa le genre *Benedenia* d'après le squelette incomplet d'un jeune animal.

M. Lilljeborg créa ensuite pour le *Gigas* seul un genre nouveau qu'il dédia au savant directeur du musée royal du collége des chirurgiens, M. Flower.

Le Dr Gray, s'apercevant que cette bifurcation de la côte se reproduit également parmi les vraies baleines, établit pour un squelette du cap de Bonne-Espérance présentant cette disposition, le genre *Hunterius.*

L'animal qui est venu se faire capturer dans l'Escaut et que nous faisons connaître dans cette notice présente la première côte parfaitement biceps, et pour MM. Gray et Lilljeborg, ce serait donc une espèce du genre *Floweria.*

Eh bien, en examinant cet animal dans ses plus minutieux détails, et quoique l'Atlas s'écarte assez notablement des Atlas ordinaires, nous ne pouvons voir en lui que la Balénoptère commune qui pénétre parfois dans la Méditerranée et qui doit porter le nom de *Balænoptera musculus*.

On est sur le point de réunir un nombre suffisant de faits pour circonscrire les limites des variations de chaque espèce, et pour prévenir ainsi la fâcheuse tendance de quelques naturalistes à prendre, comme caractère distinctif d'une nouvelle espèce, la moindre modification souvent purement individuelle.

Cette Balénoptère est venue à point pour démontrer que la *Balænoptera gigas* n'est qu'une espèce nominale, mais il reste à examiner si quelques os, que l'on a rapportés à des *Gigas*, ne proviennent pas plutôt de la grande *Balænoptera Sibbaldii* ou *Steypireydr*.

DESCRIPTION DU SQUELETTE.

La tête présente la conformation ordinaire des baleines à aileron, c'est-à-dire que le rostre est presque droit, les os intermaxillaires déprimés et fortement écartés autour des fosses nasales, le frontal très-large et court, à peine visible sur la ligne médiane et les maxillaires inférieurs courbés, mais non tordus au bout sur eux-mêmes.

La tête, vue par sa face supérieure, se distingue surtout par la grande largeur du frontal et la ligne oblique que forme son bord antérieur.

Le bout du rostre a la forme d'une carène.

Coupe du bout du rostre.

Les os propres du nez sont fortement échancrés en avant et affectent la forme d'un coin.

L'occipital est fort rétréci en avant entre les os frontaux.

Les caisses du tympan sont restées en place; elles affectent la forme ovale, non comprimée, et se distinguent par leur dimension. Chaque caisse mesure dans son plus grand diamètre 126^{mm}, et dans son diamètre transverse 82^{mm}.

Nous n'avons rien à dire des osselets de l'ouïe, qui sont restés en place. Ils ne présentent, du reste, rien de particulier dans d'autres individus.

L'os hyoïde présente, à son bord antérieur, deux apophyses assez saillantes et deux tubercules à son bord postérieur; il est déprimé au milieu. Les cornes sont, comparativement à celles de la *Balœna mysticetus*, fortes et longues. Les grandes, comme les petites, sont terminées par un cartilage.

La colonne vertébrale a été coupée en tronçons, ce qui a permis de prendre la mesure exacte, après l'arrivée du squelette à Louvain.

Le premier tronçon était formé de neuf vertèbres dorsales et mesurait 1^m,59.

Le second comprenait sept vertèbres et mesurait 1^m,65.

Le troisième, formé de sept lombaires, mesurait 1^m,84.

Le quatrième, de cinq lombaires, mesurait 1^m,45.

Le premier tronçon caudal, formé de quatre vertèbres, mesurait 1^m,24.

Le second caudal, formé de cinq caudales, mesurait 1^m,57.

Le troisième et dernier, formé de dix-sept, mesurait 2^m,66.

Ce qui fait que la colonne vertébrale, depuis la première dorsale jusqu'à la dernière caudale, mesurait 12 mètres.

La formule vertébrale est : cervicales 7, dorsales 14, lombaires 15, caudales 25 = 61.

C'est le même nombre que nous trouvons dans le squelette d'Anvers, dans celui du Muséum de Paris, qui provient de l'embouchure de la Seine, d'Alexandra-Park, à Londres, de Pevensey-Bay, qui est à Cambridge.

Celui du Texel comme celui du Katwijk, de Charmouth et d'autres n'ont que 60 vertèbres.

Celui des Orcades a une vertèbre de plus que le nôtre, c'est-à-dire 62.

Plusieurs squelettes en ont moins et assez souvent toutes les vertèbres de la queue manquent, comme dans le squelette de Plymouth (British Museum (54) ou de l'île de Wight (54), où les dernières seules font défaut comme dans le squelette d'Ostende qui en a 58.

Le squelette de Gravesend a 7, 15, 15 et 21 = 58, ce qui montre évidemment que les quatre caudales, probablement les quatre dernières, manquent.

L'atlas et l'axis sont les seules vertèbres sans épiphyses ou disques; depuis la troisième jusqu'à la dernière, à peu près, toutes les épiphyses se détachent par la macération. Nous ne trouvons même pas, sous ce rapport, une différence entre les vertèbres caudales et les dorsales.

Ces épiphyses ont un caractère particulier dans chaque région et l'on pour-

rait déjà les reconnaître à leur épaisseur : celles du cou sont les plus minces, celles de la queue sont les plus épaisses.

Celles du cou sont également plus larges que hautes, tandis que celles de la région caudale ont, à peu près, le même diamètre dans tous les sens.

Elles diffèrent aussi, quoique légèrement, selon qu'elles recouvrent la face antérieure ou la face postérieure des vertèbres. A la face antérieure, elles sont plutôt un peu plus concaves, et à la face postérieure, un peu plus convexes, disposition qui rappelle les vertèbres des Reptiles ainsi que les cervicales des Ruminants.

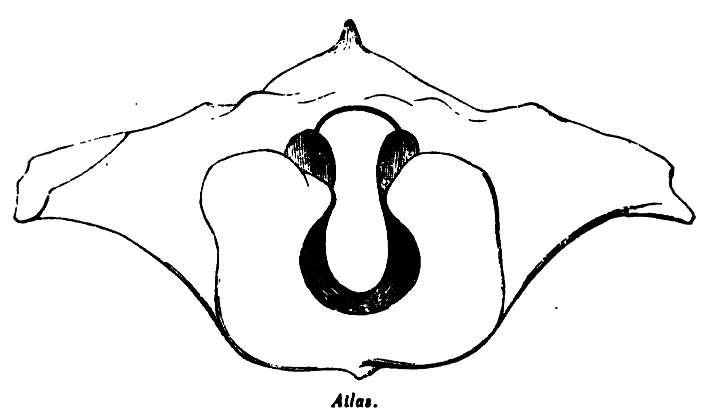
Ces disques augmentent dans tous les sens jusqu'aux premières caudales; ils diminuent ensuite lentement, puis brusquement, jusqu'à la dernière.

A ce changement brusque, on connait les vertèbres qui sont logées dans la nageoire caudale.

Le corps des dernières dorsales présente, à son bord inférieur et postérieur, une saillie correspondant à la carène de ces vertèbres; les caudales ont une saillie double, en rapport avec les os en *V*.

De toutes les vertèbres, c'est la cinquante-cinquième seule dont les épiphyses, en avant comme en arrière, sont le plus complétement soudées; c'est à peine si l'on trouve encore des traces de la réunion.

L'*atlas* est remarquable sous divers rapports; l'arc inférieur présente en arrière un tubercule assez fort qui n'est qu'une prolongation de la face inférieure; cette face inférieure qui indique l'épaisseur de la vertèbre mesure, d'avant en arrière, 13 centimètres. En avant, l'arc inférieur présente une échancrure entre les deux surfaces articulaires.


Atlas.

L'arc supérieur porte en haut une apophyse peu saillante, sous forme de crête; en avant il existe de chaque côté une forte échancrure sous laquelle on voit un grand trou qui livre passage à l'artère verté-

brale. En arrière, en dessous de la crête, existe une double surface articulaire.

Le trou vertébral a la forme ordinaire d'un biscuit légèrement étranglé au milieu, et un peu plus large en dessus qu'en dessous.

Les deux surfaces articulaires antérieures sont fort grandes, se touchent en dessous et laissent entre elles, au côté du trou vertébral, un espace triangulaire.

Les deux surfaces articulaires postérieures sont beaucoup moins régulières et se fondent l'une dans l'autre par une bande assez large, mais à limites moins bien circonscrites, surtout du côté du trou vertébral.

Les apophyses transverses sont très-développées; elles s'étendent en se dirigeant d'abord un peu d'arrière en avant, puis forment une courbure plus forte d'avant en arrière, qui se termine par un gros bout dirigé légèrement en dehors. Ces apophyses occupent, à peu près, le milieu de la hauteur de la vertèbre. En avant, cette apophyse est bombée; en arrière, elle est régulièrement creusée au centre.

Ces apophyses montrent, à leur extrémité, une surface très-irrégulière qui indique l'insertion de forts ligaments.

Chaque apophyse mesure, depuis le bord de la surface articulaire, 15 centimètres en longueur.

Les surfaces articulaires antérieures et postérieures du corps de l'atlas sont couvertes d'une même couche de cartilage qui représente le disque épiphysaire des vertèbres.

En comparant cet atlas avec celui des autres Balénoptères, nous avions cru d'abord que le grand développement des apophyses transverses pouvait être considéré comme propre au mâle; mais nous avons trouvé cette même disposition dans des femelles.

Les autres différences que l'on observe en comparant les dessins qui ont été publiés, c'est que les surfaces articulaires antérieures laissent ordinairement un plus grand espace entre elles, que le trou vertébral est comparativement plus étroit, en dessous surtout, et que l'apophyse transverse a une direction moins régulièrement courbée d'arrière en avant à la base et d'avant en arrière vers le bout libre.

Parmi les espèccs étrangères, c'est l'atlas de la *Balœnoptera bonaerensis* qui s'éloigne le plus de celui-ci.

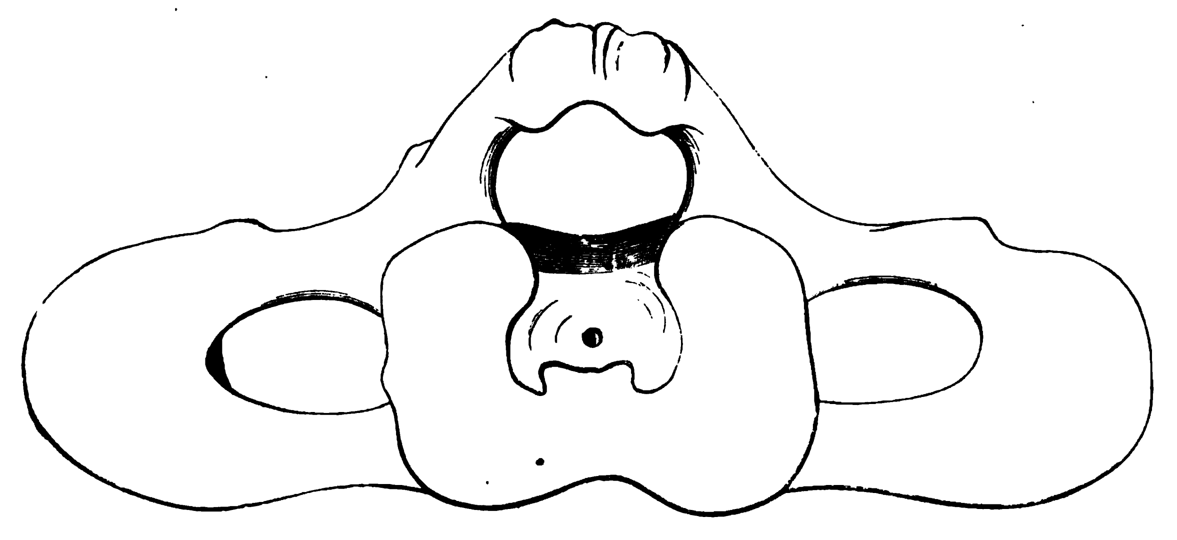
L'atlas des Plésiocètes a les apophyses transverses plus délicates.

La plus grande largeur d'un bout des apophyses transverses à l'autre est de 64 centimètres; sa hauteur de 34 centimètres et demi.

Les atlas qui ont été figurés sont : celui du squelette d'Ostende, par Du Bar, celui des Orcades (*Physalus duguidii*), par Gray, celui des îles Loffoden, par Sars.

Flower a figuré l'atlas de la *Balœnoptera Schlegelii*, Burmeister celui de la *Balœnoptera bonaerensis* et *patachonica*, Lilljéborg celui de la *Balœnoptera robusta*.

La face antérieure du corps de l'axis présente vers son milieu une éminence qui correspond à l'apophyse odontoïde. Cette apophyse s'élève du milieu d'une surface qui vient toucher la moitié inférieure du trou vertébral de l'atlas. Elle se montre à travers et au milieu du trou vertébral comme un bout au milieu d'une mamelle.



Axis vu par sa face antérieure.

La surface articulaire antérieure est en fer à cheval et s'étend tout autour de la moitié inférieure du trou vertébral de l'atlas; cette surface s'applique complétement contre la surface articulaire postérieure du corps de l'atlas.

Comme dans la vertèbre précédente, un cartilage remplace l'épiphyse vertébrale à la face antérieure.

La face postérieure est semblable à celle des autres vertèbres et se couvre d'un disque épiphysaire. Ce disque a un diamètre transversal à peu près du double plus grand que le diamètre verticale : il mesure en largeur 30 centimètres.

Ce disque se distingue de tous les autres par son échancrure en dessus et une sorte de gouttière verticale en dessous qui est suivie d'une espèce de rostre reçu dans le corps de la vertèbre.

L'arc est fort massif; il s'élève un peu au-dessus de celui de l'atlas, présente au-dessus une crête dans sa moitié postérieure qui est inclinée en arrière, tandis que l'autre moitié est inclinée en avant. Cette surface antérieure présente des saillies correspondant à deux jambages reliés au milieu comme un *M* majuscule.

En avant, une surface articulaire de chaque côté s'articule aux deux fossettes de l'arc supérieur de l'atlas. Cette surface articulaire a une forme ovale, et les deux ne sont séparées que par un intervalle d'un centimètre de largeur.

Les surfaces articulaires postérieures de l'arc sont un peu plus grandes et séparés l'une de l'autre par toute la largeur du trou vertébral.

La partie la plus remarquable de l'axis, ce sont les deux ailes formées par les apophyses transverses supérieures et inférieures qui se soudent à leur extrémité.

Chaque aile a 28 centimètres de longueur depuis le corps, de manière que tout l'axis a une envergure de 86 centimètres.

En hauteur, l'arc supérieur compris, mesure 34 centimètres.

Le canal vertébral est, à peu près, aussi large que haut, et le plan sur lequel repose la moelle épinière monte rapidement d'avant en arrière et de bas en haut. On voit sur la ligne médiane de ce plan, formé par la partie supérieure du corps de la vertèbre, une crête fort distincte.

Les trois vertèbres qui suivent, c'est-à-dire les 3e, 4e et 5e cervicales, ont entre elles la plus complète ressemblance.

La seconde s'emboîte parfaitement dans l'axis; les deux apophyses transverses supérieures et inférieures, plus délicates que dans la seconde, se

joignent au bout pour former un anneau complet dont l'orifice est beaucoup plus grand que dans la précédente. Ces apophyses ont de 6 à 7 centimètres de moins que celles de l'axis. Le corps n'a que 4 centimètres d'épaisseur. A sa face inférieure, une gouttière sur la ligne médiane, qui prend son origine dans l'axis, s'étend dans toute son épaisseur et continue dans les vertèbres suivantes. Le cerceau supérieur ou neural est un peu moins élevé que dans l'axis et a ses apophyses articulaires antérieures et postérieures également développées.

La 4e et la 5e cervicale ne diffèrent de la précédente qu'en ce que l'anneau formé par les apophyses transverses est incomplet du côté droit dans la 4e et du côté gauche dans la 5e. Le corps de ces vertèbres a la même épaisseur à peu près.

Le squelette de Lilljeborg porte un anneau depuis la seconde jusqu'à la sixième cervicale.

Dans le squelette de Margate, les vertèbres cervicales 2, 3, 4 et 5 ont des anneaux complets, la 6e n'a qu'une apophyse fort courte, assez différente à droite et à gauche [1].

Dans le squelette de Falmouth, 1863, cette même vertèbre a en dessous un tubercule plutôt qu'une apophyse, et qui est aussi diversement développé à droite et à gauche [2].

Le squelette de l'île de Wight a des anneaux complets formés par ses apophyses transverses de la 2e à la 3e inclusivement des deux côtés. (Flower.)

La 6e cervicale n'a plus que son apophyse transverse supérieure qui atteint, à peu près, la même longueur que celles des vertèbres précédentes.

Comme apophyses transverses inférieures, on ne voit qu'un simple mamelon qui ne mérite aucunement le nom d'apophyse.

Cette vertèbre, sous ce rapport, paraît très-variable dans les derniers squelettes connus. M. Flower a comparé quatre squelettes d'individus échoués au sud de l'Angleterre et il fait l'observation que les différences entre ces

[1] Flower, P. Z. S., 1869, p. 607.
[2] *Idem*, p. 608.

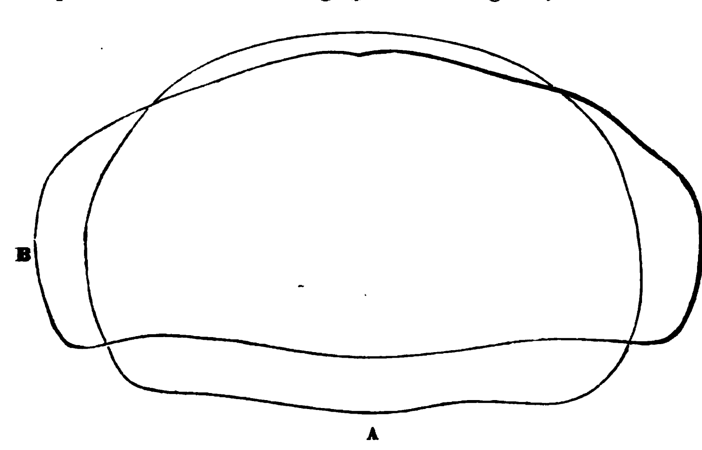
squelettes proviennent surtout du développement de l'apophyse transverse inférieure [1], de la présence ou de l'absence de la côte cervicale et du degré de développement de la 15e côte.

Dans la *B. musculus* de Scheveningue qui est à Bruxelles, la 6e cervicale a une apophyse transverse inférieure qui n'a que la moitié de la longueur de la précédente, mais elle est notablement plus large.

La 7e cervicale ressemble beaucoup à la précédente, avec cette différence seulement qu'elle est plus forte par toutes les parties qui la constituent et surtout par l'apophyse transverse supérieure; elle diffère fort peu, sous ce rapport, de la première dorsale.

Comme dans tous les Cétacés, l'apophyse transverse inférieure manque, et l'on n'en découvre même pas de traces.

Le canal neural a la forme d'un biscuit dans l'atlas; dans l'axis il a le même diamètre, à peu près, dans tous les sens; de la 3e à la 7e vertèbre, il perd en hauteur et gagne en largeur, comme l'indique la figure ci-jointe.



Le contour intérieur de l'arc neural de la 3e et de la 7e cervicale.

A. Contour de la 3e cervicale; *B.* Contour de la 7e cervicale.

Quant à la direction des apophyses transverses, celles de la 2e cervicale se dirigent d'avant en arrière, les dernières cervicales un peu d'arrière en avant, et la 4e a ses apophyses à peu près dirigées dans le même plan que le corps, de manière qu'elles se réunissent toutes par leur extrémité libre en une seule masse couverte par des ligaments que l'on aurait de la peine à séparer. Il en résulte que la première côte, en s'articulant avec l'apophyse transverse de la première dorsale, s'articule, pour ainsi dire, en même temps avec les six dernières cervicales.

[1] Flower, *Notes on four species of the common Fin-Whale,* Proc. Zool. Soc., décembre 1869.

Cette surface articulaire n'existe plus à la dernière dorsale.

Du reste, dans les premières dorsales, ce n'est pas véritablement l'apophyse transverse qui fournit la surface articulaire, mais la partie transverse de l'arc neural.

L'apophyse épineuse supérieure est peu développée dans les deux 1res dorsales; dans la 3e, elle s'étend d'avant en arrière en gagnant en hauteur, et dans la 4e, elle prend brusquement son développement et son aspect propre. Cette apophyse ne fait plus que s'étendre légèrement jusqu'à la région lombaire.

Jusqu'à la 8e dorsale, les apophyses transverses se dirigent de dehors en dedans et d'arrière en avant; à la 8e, cette direction change; elles se dirigent directement en dehors et les apophyses suivantes se dirigent ensuite légèrement de dedans en dehors et d'arrière en avant.

Les lombaires sont, comme toujours, avec les premières caudales, les plus fortes par les apophyses, surtout par les apophyses épineuses supérieures; les apophyses transverses des dernières lombaires n'ont plus que la moitié de la longueur des premières.

Les vertèbres lombaires sont au nombre de quatorze.

La région caudale, si l'on compte la première vertèbre, qui a un os en *V* en arrière, comme caudale, est formée de vingt-cinq vertèbres. Les quatre dernières sont les seules sans os en *V*. Nous comptons comme os de ce nom les rudiments osseux visibles dans les cartilages et que l'on conserve bien rarement.

Les vertèbres logées dans la nageoire caudale sont au nombre de huit.

Les os en *V* sont au nombre de vingt et un; les trois dernières vertèbres seules n'en ont pas.

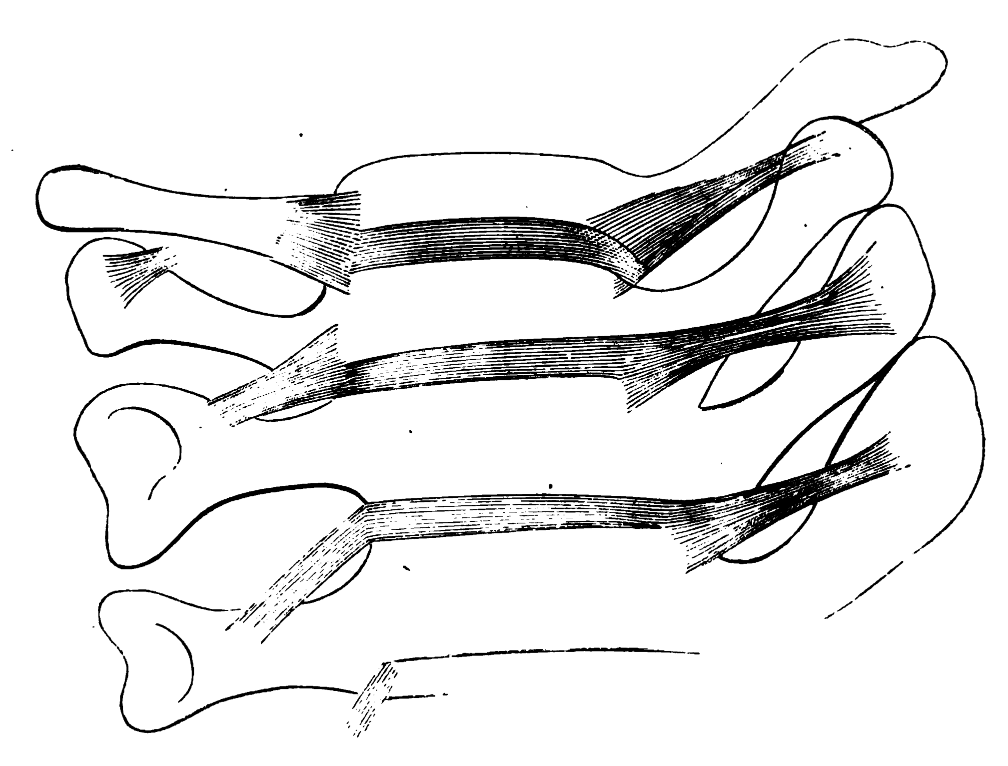
Il y en a treize qui sont soudées sur la ligne médiane; les autres sont formés de deux pièces jointes ensemble.

Le premier est formé de deux lames aplaties comme une feuille et qui se joignent sur la ligne médiane.

Sans une attention particulière, nous n'eussions trouvé en tout que quinze os de ce nom.

Il n'y en a pas deux qui se ressemblent complétement; le plus grand mesure 27 centimètres en longueur et 20 centimètres en largeur.

part de la première côte, est plus forte et un peu plus longue. La surface articulaire, pour s'unir à la première côte, est à peu près aussi large que haute. Dans la 7e cervicale, cette surface articulaire est fort étroite.



Les quatre premières vertèbres dorsales vues par leur face inférieure.

La 2e dorsale a le corps plus épais et, par contre, l'apophyse transverse plus courte.

Dans les vertèbres suivantes, cet accroissement continue, le corps devient de plus en plus épais, les apophyses transverses plus fortes et les surfaces articulaires, zygapophyses, changent d'aspect; à la 5e et surtout à la 6e dorsale, ces apophyses ont cette forme particulière aux Cétacés et qu'elles ne quittent plus jusqu'à la région lombaire.

Les apophyses transverses s'élargissent surtout à la 3e dorsale en même temps qu'elles s'allongent jusqu'à la région lombaire.

A la 3e dorsale, cette apophyse se creuse au bout en dessous et en arrière pour donner attache à la côte.

Cette surface articulaire n'existe plus à la dernière dorsale.

Du reste, dans les premières dorsales, ce n'est pas véritablement l'apophyse transverse qui fournit la surface articulaire, mais la partie transverse de l'arc neural.

L'apophyse épineuse supérieure est peu développée dans les deux 1res dorsales; dans la 3e, elle s'étend d'avant en arrière en gagnant en hauteur, et dans la 4e, elle prend brusquement son développement et son aspect propre. Cette apophyse ne fait plus que s'étendre légèrement jusqu'à la région lombaire.

Jusqu'à la 8e dorsale, les apophyses transverses se dirigent de dehors en dedans et d'arrière en avant; à la 8e, cette direction change; elles se dirigent directement en dehors et les apophyses suivantes se dirigent ensuite légèrement de dedans en dehors et d'arrière en avant.

Les lombaires sont, comme toujours, avec les premières caudales, les plus fortes par les apophyses, surtout par les apophyses épineuses supérieures; les apophyses transverses des dernières lombaires n'ont plus que la moitié de la longueur des premières.

Les vertèbres lombaires sont au nombre de quatorze.

La région caudale, si l'on compte la première vertèbre, qui a un os en *V* en arrière, comme caudale, est formée de vingt-cinq vertèbres. Les quatre dernières sont les seules sans os en *V*. Nous comptons comme os de ce nom les rudiments osseux visibles dans les cartilages et que l'on conserve bien rarement.

Les vertèbres logées dans la nageoire caudale sont au nombre de huit.

Les os en *V* sont au nombre de vingt et un; les trois dernières vertèbres seules n'en ont pas.

Il y en a treize qui sont soudées sur la ligne médiane; les autres sont formés de deux pièces jointes ensemble.

Le premier est formé de deux lames aplaties comme une feuille et qui se joignent sur la ligne médiane.

Sans une attention particulière, nous n'eussions trouvé en tout que quinze os de ce nom.

Il n'y en a pas deux qui se ressemblent complétement; le plus grand mesure 27 centimètres en longueur et 20 centimètres en largeur.

Les os en *V* de la quinzième caudale ont la surface externe aplatie, la face interne creusée d'avant en arrière, le bord supérieur fort épais pour s'articuler avec les vertèbres, le bord inférieur mince et droit avec une surface articulaire en dedans.

Chacun de ces os a une forme ovale.

Les os suivants reproduisent exactement la même forme et ne diffèrent, sous tous les rapports, que par la taille.

Dans le squelette de Falmouth, 1863, les os en *V* qui sont tous présents, dit M. Flower, sont au nombre de 18; les premiers et les trois derniers ne sont également pas unis sur la ligne médiane.

Les premiers sont placés en arrière de la 37e vertèbre, comme dans le squelette que nous faisons connaître.

Les sept dernières caudales mesurent, à l'état sec, 44 centimètres. Ce tronçon avait une longueur notablement plus grande à l'état frais.

Ce qui rend cette région fort intéressante, c'est la diminution brusque des dernières vertèbres : la 57e a le même diamètre, à peu près, dans tous les sens, c'est-à-dire qu'elle a l'aspect d'un bloc carré à angles arrondis. La suivante, ou la 58e, est un tant soit peu plus longue que haute, et un peu déprimée; la 60e ne présente plus supérieurement qu'une crête sur la ligne médiane, et les trous de passage des artères sont presque oblitérés; dans la vertèbre précédente, ces deux trous, en dessus comme en dessous, sont encore parfaitement développés; l'avant-dernière est plus déprimée encore, ne porte plus que de faibles indices de crête sur la ligne médiane et de trous pour les vaisseaux; son diamètre transverse est le double du diamètre antéro-postérieur. La dernière perd complétement ses caractères propres, et il faut la dégager complétement des ligaments pour la distinguer; on la dirait formée de deux masses arrondies soudées entre elles et montrant les traces de leur réunion par une échancrure qui l'entoure complétement.

Les quatre dernières vertèbres mesurent ensemble 12 centimètres, tout juste le diamètre antéro-postérieur de la 54e vertèbre.

Jusqu'à la 7e lombaire, l'artère passe au-devant de l'apophyse transverse; à commencer de la 8e, elle passe au travers à la base, et à la 14e, où ces

apophyses ont disparu, ces artères traversent directement le corps des vertèbres de bas en haut et de dedans en dehors.

La 14e caudale est la dernière qui possède un arc neural.

La 15e présente encore une gouttière à sa face supérieure, mais sans arc au-dessus.

C'est aussi à commencer de cette 15e vertèbre que les dimensions changent brusquement.

A la 12e caudale, les apophyses articulaires du corps des vertèbres qui s'articulent avec les os en *V* se rapprochent les unes des autres et les échancrures qui les séparaient se changent en trou.

Jusqu'à la 14e caudale, l'artère passe au-devant des apophyses transverses, mais depuis la 15e, elle la traverse directement de bas en haut.

C'est dans la 8e caudale que commence la perforation verticale à la base de l'apophyse transverse, dit M. Flower, en parlant du squelette de Falmouth, conservé à Alexandra-Park.

Les dernières caudales ont leurs épiphyses complétement soudées au corps.

Les sept ou huit dernières caudales n'ont plus d'apophyses ni de cercle neural, ni de surface articulaire pour les os en *V*, et elles ont à peu près le même diamètre dans tous les sens; on peut cependant toujours distinguer la face antérieure de la postérieure par une plus grande étendue, la face inférieure de la supérieure par le rapprochement des trous qui livrent passage aux artères.

Les côtes sont au nombre de quatorze, et les dernières diffèrent fort peu entre elles. Ce nombre quatorze est-ce le nombre normal? Nous avons pensé que le nombre normal était de quinze et que là où il n'y en a que quatorze, la dernière côte s'était égarée. Cela doit nécessairement arriver, quand on songe aux difficultés de ne pas perdre les os séparés.

En faisant le relevé des squelettes connus, nous trouvons à peu près autant de squelettes à quatorze côtes qu'à quinze; ceux qui ont quatorze côtes sont : celui de l'île de Wight, celui du Jardin Zoologique d'Anvers, ceux d'Ostende, 1827, de Sweeting (Charmouth), de Paris au Muséum (embouchure de la Seine), et celui de Lyon (Méditerranée).

Il existe quinze côtes dans les squelettes d'Édimbourg, de Stockholm

(Finlande), décrits par Lilljeborg, de Greifswald, de Katwijk (Boers), de Rosherville-Garden à Londres, d'Alexandra-Park à Londres, de Margate, de Pevensey-Bay à Cambridge [1], et de celui du British Museum provenant du canal Saint-Georges et qui a été remorqué à Liverpool en 1846.

Il faudra considérer le nombre normal de côtes variant de quatorze à quinze.

Les squelettes que M. Flower a comparés diffèrent principalement par le degré de développement de la 15ᵉ côte.

La première côte est véritablement bifide à droite et à gauche, et dans toute la moitié supérieure, ce sont deux os juxtaposés. Vers le milieu de la longueur, la côte supplémentaire se fond dans l'autre, et à l'extrémité sternale, elle présente une largeur extraordinaire.

Elle est parfaitement semblable à droite et à gauche, ce qui est rare dans les cas de bifurcation.

On voit à l'évidence que c'est la côte de la 7ᵉ cervicale qui est venue se joindre à la première dorsale, et c'est la côte supplémentaire qui est la seule vraiment articulée avec la vertèbre dont elle dépend.

La côte supplémentaire présente une surface rugueuse sur son bord antérieur.

La côte supplémentaire s'articule directement par la tubérosité, comme nous l'avons dit plus haut, et n'a pas de col, tandis que l'autre moitié présente un prolongement cervical qui va s'unir à la vertèbre précédente par un fort ligament.

La côte s'articule en dessous avec toute la portion terminale du sternum et dépasse encore notablement celui-ci par une portion libre.

Elle est fort large dans toute la longueur et l'on dirait qu'une côte supplémentaire cervicale s'est soudée avec elle.

Cette première côte porte au-devant du tubercule qui s'articule avec l'apophyse transverse de la première dorsale, une portion cervicale, comme la seconde de ce nom. Toutes les autres côtes en sont dépourvues.

La bifurcation de la première côte n'a aucun rapport avec le sexe, puisque

[1] Ce squelette de Cambridge a encore une côte supplémentaire dans les chairs.

la femelle échouée à Charmouth, Dorsetshire, le 5 février 1840, avait la première côte biceps comme le mâle dont nous faisons connaître le squelette.

Dans ces dernières années, on a attaché une grande importance à la bifurcation de cet os et l'on a même été jusqu'à établir des divisions génériques, dans les baleines comme dans les Balénoptères, d'après ce seul caractère ou plutôt d'après cette seule disposition.

Cette bifurcation est, à notre avis, une disposition anormale, comme on en rencontre chez d'autres mammifères, et qui ne peut aucunement être prise en considération pour l'établissement des espèces et encore moins des genres.

Peut-être cette anomalie se reproduit-elle plus souvent dans les Cétacés, surtout dans certaines espèces, que dans les autres ordres de mammifères, mais ce n'est en tout cas qu'une anomalie dont on ne doit pas plus tenir compte dans l'établissement des genres ou des espèces que des monstruosités.

Nous avons signalé quelques-unes de ces anomalies dans divers Cétodontes [1].

La deuxième côte se fait remarquer par sa largeur du côté des vertèbres, par son col et enfin par la saillie que forme l'angle de son bord antérieur.

La troisième côte, en tout semblable à la première par sa largeur en haut et par son angle, en diffère par l'absence de col et par sa longueur.

La deuxième et la troisième côte se ressemblent beaucoup par leur largeur, tandis que les suivantes sont toutes plus minces. Elles s'amincissent insensiblement d'avant en arrière.

Les trois premières côtes ont assez de ressemblance entre elles par leur largeur en haut surtout; les six suivantes se ressemblent plus ou moins entre elles, et nous pouvons en dire autant des cinq dernières.

De la deuxième à la neuvième côte, on voit distinctement l'angle non loin du tubercule, mais il disparaît complétement aux cinq dernières.

De la deuxième à la dixième côte, le bord présente, en outre, un angle externe.

La dernière côte est singulièrement contournée vers le milieu surtout et

[1] *La première côte des cétacés*, à propos de la notice du docteur Gray; Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, 2e série, t. XXVI (1868) et 2e série, t. XXX, pp. 328 et 381 (1870).

ne s'aligne aucunement avec les autres. Elle présente une double torsion sur elle-même. Elle est plus délicate et plus longue que celle qui la précède.

Le sternum a la forme ordinaire d'une feuille de trèfle : au lieu d'être échancré en avant, il est pourvu d'un lobe qui fait saillie et qui est régulièrement arrondi.

Les deux ailes sont grandes et larges et ont le double de l'appendice postérieur.

L'appendice est proportionnellement étroit et pointu à son extrémité, et comme on le voit ordinairement, il n'est pas parfaitement symétrique.

Le sternum mesure d'avant en arrière 36 centimètres et 46 d'un bord du lobe à l'autre.

Le sternum ressemble complétement par la forme à celui d'Anvers et à celui d'Ostende. Arrondi en avant sans trou ni échancrure, il est pointu en arrière et arrondi sur le côté.

Les autres sternums dont celui-ci se rapproche le plus sont ceux du squelette de *Pevensey-Bay,* d'Alexandra-Park, à Londres, de Gravesend qui a 60 pieds et du *gewoone vinnfisch* de Schlegel.

Les squelettes du Kattegat, 1841, des Pays-Bas, Schlegel, 1844, des côtes d'Écosse, Knox, 1831, des îles Loffoden, Sars (40 pieds), de Bergen, de St-Brieuc, du musée de Christiania, d'Édimbourg (79 pieds), de Katwyk, 1841 (40 pieds), de Finmark par Malm (61 pieds), du musée de Paris, du Texel, qui est au musée de Bruxelles, se distinguent tous par un sternum échancré en avant qui est un indice de jeune âge.

Dans le squelette de la Méditerranée, Lacépède, 1798, et Companyo, 1828, comme dans celui de Margate, qui est au collége royal des chirurgiens à Londres, celui d'Abbeville, qui est à Paris, celui décrit par Heddle, sous le nom de *Physalus Duguidii,* il existe un orifice au milieu en avant; il y en a même deux dans celui de Rosenthal, 1825.

La plus grande épaisseur du sternum ne dépasse pas 4 centimètres; il s'amincit beaucoup sur le côté, puis en avant et fort peu en arrière.

Il n'est pas régulièrement courbé comme une cuirasse : les deux branches latérales s'élèvent légèrement de manière que la face inférieure médiane est un peu bombée sur la ligne médiane; le lobe antérieur, au contraire, fait un

peu saillie à sa face inférieure, tandis que la pointe postérieure reste à peu près droite.

En plaçant le sternum dans sa position naturelle sur une table, l'extrémité antérieure et l'extrémité postérieure touchent la surface, tandis que les ailes s'élèvent à 9 ou à 10 centimètres.

La véritable position du sternum et ses rapports avec la première côte sont parfaitement connus maintenant : immédiatement en dessous de la branche transverse du sternum vient s'insérer la première côte qui ne s'articule véritablement que par son angle antérieur; toute la partie postérieure de la côte reste libre.



Le sternum et la 1re côte dans leur situation véritable; ces os sont vus par leur face postérieure.

Le sternum porte faiblement les traces de cette articulation qui est une amphiarthrose.

Le sternum de la *Balænoptera Sibbaldii* n'est pas sans ressemblance avec celui-ci. Le professeur Turner vient de le faire connaître. Mais dans le jeune âge, le professeur d'anatomie d'Édimbourg signale la présence d'un cartilage amygdaloïde sur la ligne médiane derrière le sternum proprement dit et se demande si ce cartilage ne représente pas l'appendice xiphoïde. Il faudra attendre de nouvelles observations pour s'assurer si ce cartilage médian n'est pas un simple accident individuel. D'après ce que les autres anatomistes, et surtout Eschricht, ont fait connaître, il n'existe qu'une plaque cartilagineuse dans le jeune âge, et dans cette plaque on distingue déjà l'appendice postérieur de cet os. Eschricht a disséqué un grand nombre de fœtus et ne fait pas mention d'un cartilage médian autre que celui du sternum proprement dit.

La nageoire pectorale mesure en longueur $2^{m},15$, et dans sa plus grande largeur 37, à la hauteur de l'apophyse obcrânienne 59 centimètres.

Vers le milieu de la longueur, à la hauteur du carpe, elle mesure 44 1/2 centimètres.

Le cadavre était couché légèrement sur le flanc droit, de manière que la nageoire pectorale était en partie couverte quand nous avons aperçu l'animal.

Le bras droit était brisé. Nous croyions d'abord que les os avaient reposé sur des pierres et que le poids du corps les avait fracturés. En enlevant les parties molles, une large cavité entourait les os, et des coquillages de la plage ainsi que du sable avaient pénétré dans l'intérieur. Cette plaie existait sans doute du vivant de l'animal.

Voici dans quel état se trouvait le membre à son arrivée à Louvain :

La tête du radius était séparée des autres os et de sa diaphyse; elle était fort reconnaissable par sa surface articulaire. A côté de la tête se trouvaient trois grandes esquilles du corps du radius primitif. On voyait que l'os avait été brisé complétement. L'extrémité supérieure de la diaphyse et l'extrémité inférieure de la tête étaient enveloppées d'une gaîne osseuse à surface raboteuse qui forme un étui véritable autour de l'os fracturé. Il est encadré dans des Ostéophites.

Le cubitus est resté entier, grâce à l'étui osseux plus avancé qui entoure les esquilles. Celles-ci sont moins grandes et sont restées en place.

A voir la manière dont ces os sont brisés et les crevasses que l'on aperçoit encore dans les esquilles, il nous semble évident qu'une fracture pareille n'a pu se produire que par des projectiles explosifs. Nous n'avons trouvé cependant aucune trace de corps étrangers dans l'intérieur [1].

Nous avons fait reproduire les os de l'avant-bras d'après une photographie. (Voir pl. II.)

L'omoplate, comme on sait, est caractéristique dans les Mégaptères par l'absence d'apophyses, dans les Balénoptères par le grand développement du

[1] Nous ferons remarquer que dans ces derniers temps il s'est formé une société anglo-américaine pour faire la pêche des Balénoptères à défaut des Baleines, à l'aide de steamers qui sont en station en Islande, et, au lieu d'attaquer ces animaux avec des harpons, les pêcheurs tirent sur eux avec des balles explosives et en perdent un grand nombre; c'est ce qui explique peut-être pourquoi, dans ces dernières années surtout, on a vu venir à la côte, en Angleterre comme sur le continent, le cadavre de plusieurs Balénoptères de différentes dimensions.

coracoïde et de l'acromion, dans les Baleines par le grand développement du diamètre vertical.

D'un angle à l'autre, cet os mesure 1,10, et en hauteur, c'est-à-dire du bord de la cavité glénoïde au bord libre, la longueur est de 0,63.

L'acromion a 0,25.

Le coracoïde 0,13.

La face externe est à peu près plane dans son ensemble; la face interne est légèrement concave vers le milieu.

L'épaisseur de l'os au milieu n'atteint pas un centimètre; vers les deux angles cette épaisseur augmente notablement.

La cavité glénoïde a en longueur 0,25, en diamètre transverse 0,16.

Cet os n'est pas moins bien caractérisé dans chaque groupe de Mysticètes, par le cartilage *suprascapulaire :* dans les Baleines, ce cartilage est large dans toute la longueur avec un peu plus d'étendue en arrière; dans les Mégaptères, il ne forme plus qu'une bande étroite en avant; dans les Balénoptères, tout le cartilage est concentré au-dessus de l'angle postérieur et forme un lobe qui prolonge encore cet os en arrière.

L'humérus ne présente rien de particulier : l'épiphyse de la tête n'est pas encore soudée; à l'autre extrémité, les épiphyses sont incomplétement réunies; on voit fort bien les jointures.

Cet os est un peu plus long que large et régulièrement comprimé dans toute sa longueur comme s'il avait passé par un étau.

La grosse tubérosité est peu développée.

Il se termine, comme toujours, en formant une ligne brisée en angle obtus pour s'articuler par synchondrose avec le radius et le cubitus. Il est fortement comprimé dans cette partie.

La longueur de l'humérus, sans l'épiphyse supérieure, est de 3,40; son plus grand diamètre transversal de 0,20.

Son épaisseur à la tête est de 0,20, au côté opposé de 0,11.

La surface articulaire du radius est longue de 0,35.

La surface articulaire du cubitus présente une double surface formant un angle obtus.

Les deux os de l'avant-bras présentent la conformation ordinaire des

Cétacés; le radius, long de 0,76, est plus large que le cubitus dans toute sa longueur, et il est en même temps plus régulièrement comprimé que celui-ci.

Une coupe faite vers le tiers antérieur donne au radius : diamètre antéro-postérieur 0,115, diamètre transverse 0,75. Le cubitus, à la même hauteur, donne pour le premier et le plus grand diamètre 0,9, pour l'autre 0,65.

Par la coupe seule on pourrait fort bien distinguer un fragment de radius de celui du cubitus.

Cet os présente en haut et en dedans une surface articulaire qui a une étendue de 7 centimètres et par laquelle il s'articule avec son acolyte.

La tête du radius a une forme ovale comme tout l'os et ne présente ni excavation au centre, ni rétrécissement pour former un col.

L'extrémité inférieure est plus comprimée que l'extrémité supérieure et le côté interne est aplati du côté du cubitus et régulièrement arrondi au côté opposé.

Cette surface articulaire mesure en longueur 0,16, en épaisseur 0,9.

L'épiphyse supérieure n'est pas complétement unie avec la diaphyse; on distingue encore fort bien le point de réunion, quoiqu'on ne puisse plus la séparer.

L'apophyse obcrânienne est très-développée. Elle est située dans le même plan que le corps des autres os du bras. Comme nous l'avons fait remarquer déjà, le cubitus est moins large que le radius, mais il est en même temps plus épais, et partant il n'est pas plus délicat que lui.

La surface articulaire inférieure mesure, dans sa plus grande longueur, 0,15, et en épaisseur 0,6. Cette épaisseur diminue de dedans en dehors.

Cet os est long de 0,82, depuis le sommet de son apophyse obcrânienne jusqu'au bord de l'extrémité opposée; son épaisseur au milieu de sa longueur n'a que 0,8. L'épiphyse supérieure, comme celle du radius, n'est pas complétement soudée. Du côté du carpe, la soudure des épiphyses est complète.

Les deux os de l'avant-bras présentent des différences assez grandes, même au milieu de leur longueur : le radius est toujours plus fort et son diamètre, en largeur comme en épaisseur, est sensiblement plus grand. En mesurant ces deux os ou en en faisant la coupe, on les distingue facilement l'un de

l'autre; le cubitus a 0,10 dans son plus grand diamètre, le radius 0,11; et dans son petit diamètre, le cubitus mesure 0,65 et le radius 0,75. De plus, le radius a sa coupe formant un ovale régulier, tandis que le cubitus a un bord conique.

Les os du carpe présentent la disposition normale des Cétacés, du moins quant au nombre : le procarpe se compose du *radial,* du *cubital* et de l'*intermédial,* le métacarpe de deux, le deuxième et le troisième *carpale.*

Le cubital est le plus grand de tous, puis le radial et l'intermédial, qui diffèrent peu entre eux.

Les deux carpales n'ont que la moitié de l'intermédial.

Il y a quelques différences pour le volume relatif à droite et à gauche.

Les quatre métacarpiens diffèrent peu entre eux; celui de l'index est le plus mince, celui du petit doigt est le plus court, et le plus large, celui du médian, est le plus long et, en somme, le plus volumineux.

L'index a deux phalanges fort allongées : le bout de la seconde aboutit au milieu de la longueur de la deuxième phalange du médian. Cette seconde phalange est la plus mince de toutes celles qui atteignent une certaine longueur. Il n'y a positivement pas de troisième phalange.

Le doigt médian a cinq phalanges qui diminuent insensiblement en longueur et en largeur. C'est la deuxième qui a les extrémités les plus larges comparativement à sa grosseur, c'est-à-dire que c'est elle qui ressemble le plus à une clepsydre. La dernière phalange est environ du double plus longue que large, et vers le milieu, elle est fort peu creusée.

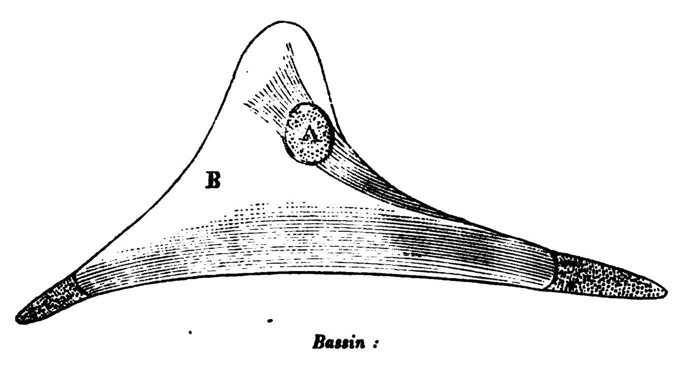
L'annulaire ressemble complétement au précédent par ses phalanges; la dernière phalange se trouve exactement au niveau de la dernière du doigt précédent, quoique le métacarpien soit plus court; c'est que la deuxième, la troisième et la quatrième phalange sont un peu plus allongées que celles du médian qui lui correspondent.

Le petit doigt est écarté des autres. Il compte trois phalanges assez longues et étroites correspondant aux deux premières phalanges de l'index pour la longueur comme pour leur grosseur. La troisième phalange est fort petite. Cette troisième phalange atteint la longueur de la seconde de l'index.

Il est inutile, pensons-nous, de faire remarquer que tous les Cétacés sans

distinction, Mysticètes comme Cétodontes, ont les os du bassin placés, parallèlement à l'axe du corps, distants l'un de l'autre et sans pièce osseuse ou cartilagineuse entre eux. Le bassin, tel qu'il a été figuré dans des Baleines par un os en travers, comme Cuvier l'a représenté d'après les assurances positives de De Lalande, est de pure imagination. Il y a des naturalistes de grande autorité qui ont cru, jusque dans ces derniers temps, à l'exactitude des descriptions de Cuvier, mais il est évident aujourd'hui que le grand naturaliste du muséum a eu une trop grande confiance dans De Lalande.

Le bassin n'est, à proprement parler, formé que de deux os ischiatiques, mais MM. Reinhardt et Flower l'ont constaté, il existe de chaque côté une seconde pièce qui représente le fémur. Ce fémur est encore à l'état de cartilage dans le squelette que nous décrivons; nous le reproduisons dans la figure ci-jointe. M. Reinhardt a, en outre, reconnu depuis longtemps chez la Baleine du Groënland, un tibia rudimentaire.



Bassin :

A. Fémur cartilagineux. *B.* Ischion, terminé par un cartilage en avant et en arrière.

L'ischion est un os allongé, terminé en avant et en arrière par un prolongement cartilagineux; il est comprimé, légèrement courbé d'avant en arrière, présentant une surface bombée en dedans, une surface légèrement concave en dehors; il n'est pas sans ressemblance avec un chapeau-claque dont un des bouts serait un peu plus allongé que l'autre.

C'est du sommet que descendent les ligaments qui unissent le fémur et non du bord en dessous de l'éminence, comme on l'a figuré.

Le professeur Turner nous a fait connaître récemment que le bassin de la *Balænoptera Sibbaldii* n'est formé que d'un seul os, aussi bien chez la femelle adulte que chez le jeune mâle. La dissection de la femelle adulte aurait pu laisser du doute, mais le soin avec lequel on a disséqué le jeune ne peut laisser aucune incertitude dans l'esprit. Le cartilage représentant le fémur

dans la *Balænoptera musculus* ferait donc complétement défaut dans la Balénoptère qui est venue échouer dans le Firth of Forth.

Nous ferons, au reste, remarquer que le bassin du squelette du Texel ne montrait pas non plus de cartilage pour représenter le fémur, et quoiqu'un peu plus jeune seulement que celui-ci, tout l'ischion était plus cartilagineux qu'osseux.

Il est intéressant de voir qu'il n'existe que de très-faibles différences entre l'ischion de la femelle adulte et le même os du jeune mâle.

Il existe plus de ressemblance entre l'ischion de la *Balænoptera Sibbaldii* et celui de l'individu que nous décrivons, qu'entre lui et les Balénoptères du Texel.

C'est à celui de Pevensey que notre ischion ressemble le plus.

Cette pièce est plus courbée, plus courte et avec une éminence bien moins élevée.

EXPLICATION DES PLANCHES.

PLANCHE I.

Les quatre premières côtes de droite et de gauche :

A. Côtes de droite : 1, première; 2, seconde; 3, troisième; 4, quatrième côte.
B. Côtes de gauche : 1, première; 2, seconde; 3, troisième; 4, quatrième côte.

PLANCHE II.

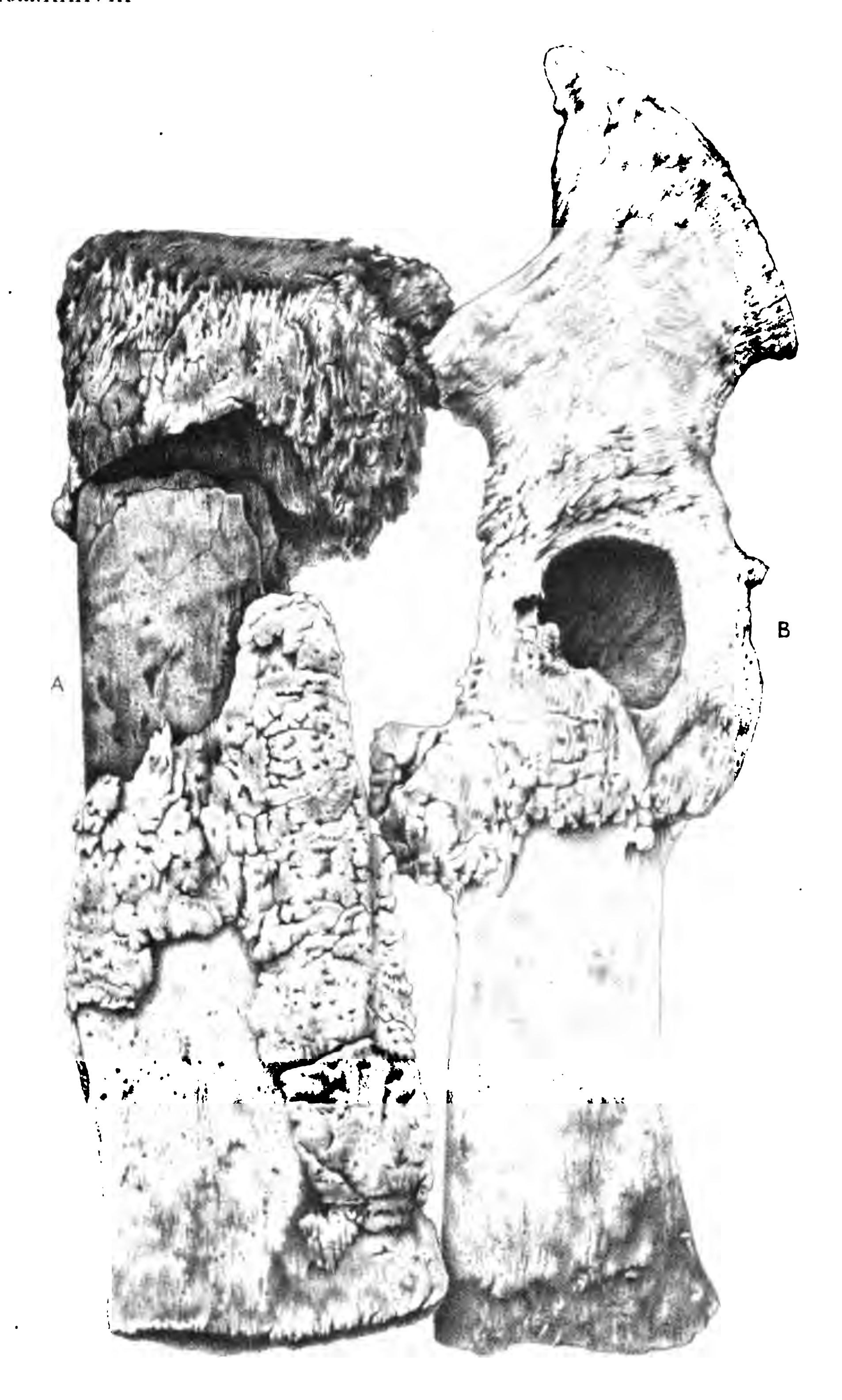
Les os de l'avant-bras, en voie de guérison, fracturés par une balle explosive :

A. Fragment de l'ancien radius isolé au centre du nouveau radius, et en voie de résorption.
B. Où la balle explosive a pénétré. La cavité contenait des esquilles également en voie de résorption.



Van Beneden ad. nat. del.

Lith. G. Severeyns, Bruxelles.



Van Beneden ad nat. del. Lith. G. Severeyns, Bruxelles

Baleine échouée dans l'Escaut en 1869

MÉMOIRE

SUR

UNE TRANSFORMATION GÉOMÉTRIQUE

ET

SUR LA SURFACE DES ONDES;

PAR

EUGÈNE CATALAN,

ASSOCIÉ DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.

(Présenté à la classe des sciences le 7 novembre 1868.)

MÉMOIRE

SUR

UNE TRANSFORMATION GÉOMÉTRIQUE

ET

SUR LA SURFACE DES ONDES.

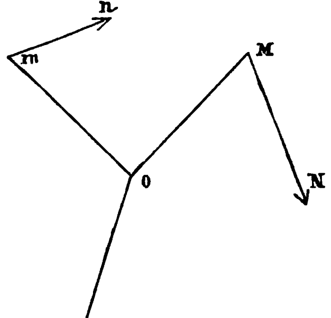
PREMIÈRE PARTIE.

TRANSFORMATION GÉOMÉTRIQUE.

I. — Surfaces conjuguées.

1. Problème. — *Par un point fixe* O (fig. 1), *et dans le plan passant par la normale* mn *en un point quelconque* m *d'une surface donnée* s, *on mène la droite* OM, *égale et perpendiculaire à* Om. *Quel est le lieu du point* M?

Fig. 1.



Soit

$$f(x, y, z) = 0 \qquad (1)$$

l'équation de la surface s, rapportée à trois axes rectangulaires qui se croisent au *pôle* ou point fixe O. Soient l, m, n les cosinus des angles

formés, avec les axes, par la normale *mn* : ces quantités, proportionnelles à $\frac{df}{dx}$, $\frac{df}{dy}$, $\frac{df}{dz}$, vérifient les relations

$$ldx + mdy + ndz = 0, \tag{2}$$
$$l^2 + m^2 + n^2 = 1. \tag{3}$$

Si nous désignons par X, Y, Z les coordonnées du point M, nous aurons

$$Xx + Yy + Zz = 0, \tag{4}$$
$$X^2 + Y^2 + Z^2 = u^2; \tag{5}$$

en supposant

$$x^2 + y^2 + z^2 = u^2. \tag{6}$$

Exprimant que le point M appartient au plan nOm, on trouve aisément

$$(ny - mz) X + (lz - nx) Y + (mx - ly) Z = 0 \ (^*). \tag{7}$$

Dans chaque cas particulier, l'élimination de x, y, z, u, entre les équations (1), (4), (5), (6) et (7), donnera l'équation de la surface S.

2. *Valeurs de* x, y, z. — On tire, des relations (4) et (7),

$$\frac{X}{y(mx - ly) - z(lz - nx)} = \frac{Y}{z(ny - mz) - x(mx - ly)} = \frac{Z}{x(lz - nx) - y(ny - mz)}.$$

Le premier dénominateur devient, étant développé,

$$(my + nz)x - l(y^2 + z^2),$$

ou

$$(lx + my + nz)x - l(x^2 + y^2 + z^2),$$

ou encore

$$vx - lu^2;$$

pourvu que l'on fasse

$$v = lx + my + nz \ (^{**}). \tag{8}$$

(*) L'équation (7), si l'on y regarde X, Y, Z comme des coordonnées *courantes*, représente le plan nOm. En effet, elle est vérifiée par ces trois systèmes de valeurs :

$$X = 0, \quad Y = 0, \quad Z = 0;$$
$$X = x, \quad Y = y, \quad Z = z;$$
$$X = x + dl, \quad Y = y + dm, \quad Z = z + dn;$$

la distance d étant quelconque.

(**) *La quantité* v, que nous emploierons fréquemment, *représente*, abstraction faite du signe, *la distance du pôle au plan tangent en* m.

La double égalité ci-dessus devient donc

$$\frac{X}{vx - lu^2} = \frac{Y}{vy - mu^2} = \frac{Z}{vz - nu^2}.$$

De plus, la valeur commune des trois rapports est

$$\frac{u}{\sqrt{v^2u^2 - 2vu^2(lx + my + nz) + u^2}} = \frac{1}{\sqrt{u^2 - v^2}};$$

ainsi

$$\frac{X}{vx - lu^2} = \frac{Y}{vy - mu^2} = \frac{Z}{vz - nu^2} = \frac{1}{\sqrt{u^2 - v^2}}. \qquad (9)$$

A cause du radical, il y a deux systèmes de valeurs de X, Y, Z. Il est clair, en effet, qu'à chaque point m correspondent deux points M, M_1, symétriquement placés par rapport au pôle. Pour plus de simplicité, nous prendrons positivement le radical. Posant donc

$$k = +\sqrt{u^2 - v^2}, \qquad (10)$$

en sorte que k, soit la *distance de l'origine à la normale* mn, nous avons

$$X = \frac{vx - lu^2}{k}, \quad Y = \frac{vy - mu^2}{k}, \quad Z = \frac{vz - nu^2}{k}. \qquad (11)$$

3. *Axe des points correspondants.* — Pour passer du point m au point correspondant M (fig. 1), il suffit de faire exécuter, au premier point, un quart de révolution autour d'une droite OA, perpendiculaire au *plan normal* nOm.

Afin d'abréger, nous dirons que cette droite est l'*axe du plan normal*, ou l'*axe des points correspondants.*

Soient α, β, γ les cosinus des angles formés par OA avec les axes de coordonnées. L'équation (7) donne, immédiatement,

$$\frac{\alpha}{ny - mz} = \frac{\beta}{lz - nx} = \frac{\gamma}{mx - ly} = \frac{1}{\sqrt{(ny - mz)^2 + (lz - nx)^2 + (mx - ly)^2}}.$$

La quantité placée sous le radical peut être mise sous la forme

$$(l^2 + m^2 + n^2)(x^2 + y^2 + z^2) - (lx + my + nz)^2 = u^2 - v^2 = k^2;$$

donc

$$\frac{\alpha}{ny - mz} = \frac{\beta}{lz - nx} = \frac{\gamma}{mx - ly} = \frac{1}{k}. \qquad (12)$$

4. *Perpendiculaire à la normale.* — Lorsque la normale mn a fait un quart de révolution autour de l'axe OA (fig. 1), elle vient prendre la position MN. Soient L, M, N les cosinus qui déterminent cette nouvelle droite. A cause des relations évidentes

$$lL + mM + nN = 0, \tag{13}$$

$$\alpha L + \beta M + \gamma N = 0, \tag{14}$$

nous avons

$$\frac{L}{m\gamma - n\beta} = \frac{M}{n\alpha - l\gamma} = \frac{N}{l\beta - m\alpha}.$$

Mais

$$m\gamma - n\beta = \frac{1}{k}\left[m(mx - ly) - n(lz - nx)\right] = \frac{x - vl}{k};$$

donc

$$\frac{L}{x - vl} = \frac{M}{y - vm} = \frac{N}{z - vn} = \frac{1}{k}: \tag{15}$$

en effet

$$k^2 = (x - vl)^2 + (y - vm)^2 + (z - vn)^2.$$

5. THÉORÈME. — *Les normales aux surfaces* s, S, *en deux points correspondants* m, M, *sont contenues dans le plan des rayons vecteurs* Om, OM. *De plus, chacune d'elles est perpendiculaire à l'autre. Enfin, ces deux droites sont également distantes du pôle* (*).

Pour établir cette proposition fondamentale, il suffit de vérifier que la droite MN, considérée tout à l'heure, est normale, en M, à la surface S, ou que l'on a, *identiquement*,

$$LdX + MdY + NdZ = 0. \tag{16}$$

Or,

$$k\sum LdX = \sum (x - vl)\,dX = d\left[\sum (x - vl)X\right] - \sum Xd(x - vl) \;(^{**}).$$

De plus, à cause des relations (2), (3), (4), (6), (8) et (11) :

$$\sum (x - vl)X = -v\sum lX = vk,$$

$$\sum Xd(x - vl) = \frac{1}{k}\sum (vx - lu^2)(dx - vdl - ldv) = \frac{1}{k}(vudu - 2v^2dv + u^2dv) = d(vk);$$

(*) La troisième propriété résulte des deux premières.

(**) Suivant l'usage, la lettre Σ désigne une somme de quantités qui se déduisent les unes des autres par une permutation tournante.

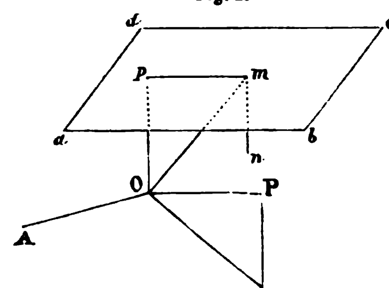
donc $$\sum L dX = 0 \ (*).$$

6. Corollaire. — *La surface* s *se déduit de la surface* S *comme celle-ci a été déduite de la première.*

Pour cette raison, nous dirons, désormais, que les deux surfaces sont *conjuguées.*

II. — Exemples de surfaces et de lignes conjuguées.

7. *Conjuguée d'un plan.* — Si la surface *s* est un plan *abcd* (fig. 2), le plan normal O*mn* contient la perpendiculaire O*p* à *s*. Conséquemment, lorsque le triangle rectangle O*pm* a tourné autour de l'axe OA, perpendiculaire à O*pmn*, la droite O*p* vient se placer en OP, parallèlement à *pm*, et *pm* devient PM, perpendiculaire au plan *abcd*. De là résulte que :



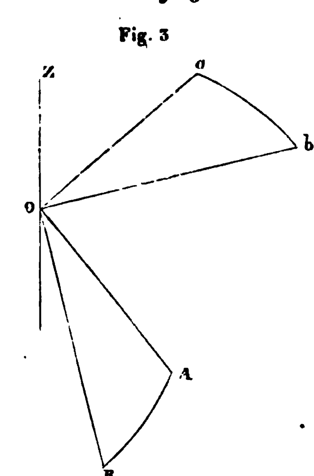
La surface conjuguée d'un plan est un cylindre de révolution, dont l'axe est la perpendiculaire abaissée du pôle sur le plan, et dont le rayon de la section droite est égal à cette perpendiculaire.

8. Réciproquement, *si la surface* s *est un cylindre de révolution, dont l'axe passe par le pôle, la surface conjuguée* S *se compose de deux plans parallèles, perpendiculaires à l'axe, symétriquement placés par rapport au pôle, et dont la distance à ce point est égale au rayon du cylindre.*

9. *Cas particulier.* — *Le lieu conjugué d'un plan passant au pôle est la perpendiculaire au plan, menée par le pôle;* et réciproquement.

(*) Au commencement de 1860, croyant le théorème nouveau, je le communiquai à M. Chasles, pendant une séance de l'Académie des sciences. M. Bertrand, présent à l'entretien, m'apprit qu'il avait donné ce théorème dans son cours, au Collége de France. La démonstration proposée par M. Bertrand se trouve dans le *Traité de calcul différentiel*, publié par ce géomètre.

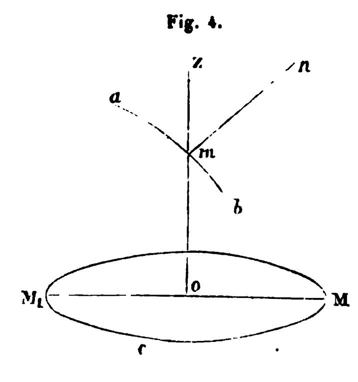
10. *Conjuguée d'une surface de révolution.* — Soit *s* une pareille surface, ayant *ab* pour section méridienne (fig. 3), et dont l'axe OZ passe par le pôle. Si l'on fait exécuter un quart de révolution à *ab*, de manière à l'amener en AB, cette ligne AB, contenue dans le plan *ab*OZ, appartient à la surface S. Donc :



La surface S, *conjuguée d'une surface de révolution* s, *dont l'axe passe au pôle, est une seconde surface de révolution, ayant même axe que la première. De plus, les sections méridiennes des deux surfaces sont égales, et l'on obtient la seconde en faisant exécuter à la première, autour du pôle, un quart de révolution.*

Par exemple, *la conjuguée d'un ellipsoïde de révolution allongé, ayant pour centre le pôle, est un ellipsoïde de révolution aplati; la conjuguée d'un hyperboloïde de révolution, à une nappe, et dont le centre est au pôle, est un hyperboloïde de révolution, à deux nappes; la conjuguée d'une sphère est un tore; la conjuguée d'un tore dont le centre est au pôle se compose de deux sphères égales; la conjuguée d'un tore dont l'axe passe par le pôle se compose du système de deux tores égaux;* etc.

11. *Conjuguée d'un point.* — Soit *m* (fig. 4) un point de l'espace. Ce point *isolé* appartient à une infinité de surfaces, dont les normales sont toutes les droites *mn* passant en *m*. Si, dans le plan O*mn*, on prend OM égale et perpendiculaire à O*m*, le point M correspond à *m*; et, si ce plan tourne autour de O*m*, le point M décrit une circonférence C, dont l'axe est O*m*. Par conséquent :



Le lieu conjugué d'un point isolé m *est la circonférence* C *décrite du pôle* O *comme centre, avec un rayon égal à* O*m*, *dans le plan perpendiculaire à* O*m* (*).

(*) On arrive au même résultat en regardant *m* comme une sphère dont le rayon est nul : le tore conjugué (10) se réduit à la circonférence C.

12. *Conjuguée d'une ligne.* — Le lieu des normales *mn* (fig. 4) à une ligne *ab*, en un point *m*, est le plan normal à *ab*.

Fig. 5.

Soit *p* ce plan (fig. 5) qui, généralement, ne contient pas le pôle. Si, par *m*O, on fait passer un plan quelconque Q, il coupe *p* suivant une droite *mn*, normale correspondante.

Dans le plan Q, prenons OM égale et perpendiculaire à OM : M correspond à *m*. Or, pour trouver toutes les normales telles que *mn*, on doit faire exécuter une révolution complète au plan Q; donc la conjuguée du point *m*, considéré comme appartenant à la ligne *ab*, est encore la circonférence C. Par suite :

La conjuguée d'une ligne l *est la surface* Σ *engendrée par la circonférence* C, *conjuguée d'un point quelconque de* l.

Cette surface Σ, étant coupée suivant un cercle par tout plan passant au pôle, peut être désignée sous le nom de *surface cyclique.*

13. *Remarque.* — Si le plan normal *p* contenait le pôle, la circonférence C serait remplacée par *deux points*, situés dans ce plan, et symétriques relativement au pôle. En particulier, *le lieu conjugué d'une circonférence* c, *dont le centre est au pôle, se réduit à deux points, situés sur l'axe de la circonférence, à des distances du centre égales au rayon.*

14. *Conjuguée d'une ligne plane.* — Supposons que la ligne *ab* (fig. 6) soit située dans un plan passant au pôle, et prenons ce plan pour celui de la figure.

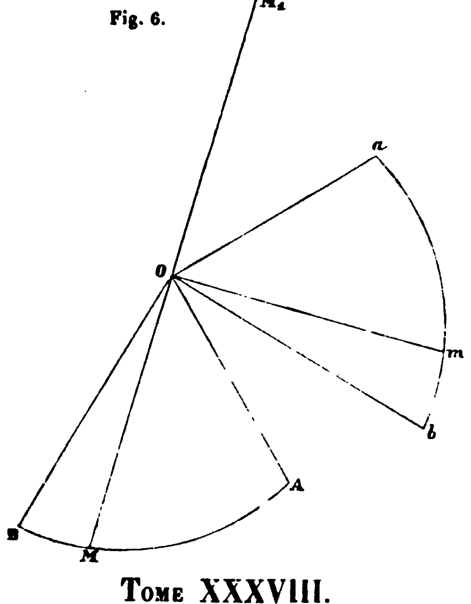


Fig. 6.

La conjuguée d'un point quelconque *m* est une circonférence projetée suivant la droite MM_1 perpendiculaire à O*m* (12). D'ailleurs, le lieu du point M est la ligne AB obtenue en faisant effectuer à *ab* un quart de révolution. Donc :

La surface cyclique Σ, *conjuguée d'une ligne* l *située dans un même plan avec le pôle, est en même temps une*

surface cyclotomique (*); *les directrices sont la perpendiculaire au plan, menée par le pôle, et la ligne* l, *après qu'elle a tourné autour de cette perpendiculaire.*

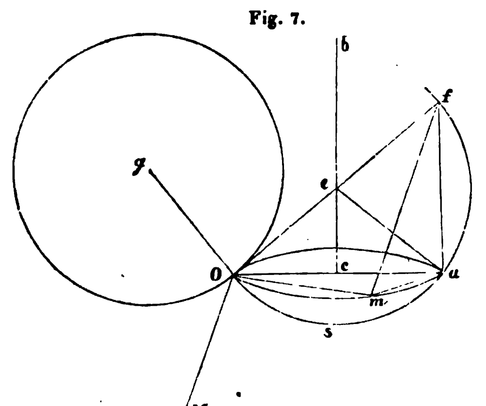
15. *Transformée d'une intersection.* — Soit une ligne l, intersection de deux surfaces, s, s', dont les conjuguées sont S, S'. La normale à s, en chaque point m de l, est normale à l; donc le lieu du point M de S, correspondant à m, appartient à la surface cyclique Σ, conjuguée de l (12). Par conséquent :

Une ligne l, *intersection de deux surfaces* s, s', *a deux transformées* L, L' : *la première est l'intersection de la conjuguée* S *de* s *avec la conjuguée* Σ *de* l (considérée isolément); *la seconde est l'intersection de* Σ *avec la conjuguée* S' *de* s'.

16. *Seconde génération de la surface cyclotomique.* — La propriété qui vient d'être démontrée appartient à toutes les surfaces que l'on peut faire passer par la ligne donnée l; donc :

La surface cyclique Σ, *conjuguée d'une ligne donnée* l, *est le lieu de la ligne* L *qui correspond à* l *sur la conjuguée* S *d'une surface quelconque* s *passant par* l.

17. Exemple : Supposons que la ligne l soit une circonférence Oma (fig. 7), passant au pôle. Si, d'un point quelconque e, pris sur l'axe de cette ligne, comme centre, avec eO pour rayon, on construit une sphère s, elle contient la circonférence l. D'ailleurs, la conjuguée S de s est le tore engendré par la circonférence g, dont le rayon Og est égal et perpendiculaire à Oe, tournant autour de Oe (10).



Soit m un point quelconque de la circonférence donnée, point qui appartient à s. Pour trouver, sur S, le point M correspondant à m, il faut, dans le plan eOm, mener OM égale et perpendiculaire à Om : en effet, le rayon Om est normal à la sphère.

(*) Les surfaces cyclotomiques sont engendrées par une circonférence dont le centre est fixe, et qui s'appuie sur une droite fixe, passant par le centre donné, et sur une autre directrice donnée (*Traité élémentaire de géométrie descriptive*, p. 112; *Mélanges mathématiques*, p. 170).

Or, si l'on joint le point m à l'extrémité a du diamètre Oca, par la corde ma; que l'on élève af perpendiculaire au plan du cercle; que l'on prolonge cette droite jusqu'à sa rencontre, en f, avec Oe; et qu'enfin l'on mène la droite mf, cette ligne, d'après un théorème connu, est perpendiculaire à Om. Ainsi, *le rayon vecteur* OM, égal à Om, *est parallèle à* fm. Et comme le lieu des droites mf est le cône qui a pour sommet f et pour base la circonférence donnée, il s'ensuit que *la ligne* L, *correspondant à* l *sur le tore* S, *est l'intersection de ce tore avec un cône du second degré,* égal à celui dont il vient d'être question.

De plus, *la cyclotomique* Σ *à directrice circulaire, conjuguée de la circonférence* l, *est le lieu de l'intersection d'un tore et d'un cône du second degré, variables.*

18. Si l'on rapporte ces deux surfaces à trois axes rectangulaires passant par le pôle, on trouve aisément qu'elles peuvent être représentées par

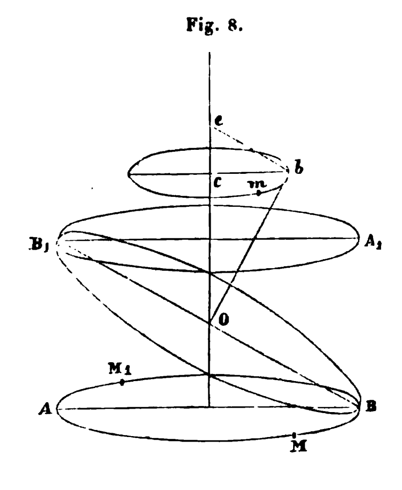
$$(X^2 + Y^2 + Z^2)^2 = 4\left[(hX - aZ)^2 + (a^2 + h^2)Y^2\right], \quad h(X^2 + Y^2) = aXZ:$$

a est le rayon Oc, h représente l'ordonnée ce du centre de la sphère. L'élimination de h conduit à l'équation

$$(X^2 + Y^2 + Z^2)(X^2 + Y^2) = 4a^2Y^2, \qquad (17)$$

laquelle représente la cyclotomique Σ (*).

Fig. 8.



19. *Remarque.* — Quand la ligne l est une circonférence dont l'axe passe au pôle, le Théorème ci-dessus (16) est en défaut : quelle que soit la sphère s, la transformée de l, sur le tore conjugué S, se compose du système de deux circonférences *fixes* BA, B_1A_1 (fig. 8) que l'on obtient en menant, dans le plan *méridien* bOc, les droites OB, OB_1 égales et perpendiculaires à Ob, et en faisant tourner BB_1 autour de Oe. Quant à la cyclotomique Σ, conjuguée de la circonférence donnée, elle se

(*) *Mélanges mathématiques*, p. 175.

réduit à la *zone sphérique engendrée par la circonférence* BB_1, *conjuguée du point* b (11).

La cause de cette exception est visible : *les normales à toutes les sphères* s, *en un même point* m, *étant contenues dans le plan* mOe, *la transformée de* l, au lieu d'être une circonférence, *se compose de deux points* M, M_1 (13).

20. Théorème. — *Si deux surfaces* s, s′ *se touchent en un point* m, *leurs conjuguées* S, S′ *se touchent au point* M *correspondant à* m.

En effet, les normales en M, aux surfaces S, S′, coïncident.

21. Corollaire. — *Quand deux surfaces se touchent suivant une ligne* l, *leurs conjuguées se touchent suivant la transformée unique de* l.

Par exemple, soit un plan *p* touchant un tore *t* suivant un parallèle moyen *l*: le cylindre de révolution C, conjugué de *p*, touchera les tores T, T_1, conjugués de *t* (7, 10) suivant une certaine ligne L, transformée de *l*, soit sur le cylindre *c*, soit sur le système des deux tores. Nous verrons, plus loin, de quelle nature est cette ligne L.

22. Théorème. — *La conjuguée* S_1 *de l'enveloppe* s_1 *d'une surface* s, *est l'enveloppe de la surface* S *conjuguée* de *s*; ou, sous une forme plus concise :

La conjuguée de l'enveloppe est l'enveloppe de la conjuguée.

23. Corollaires. — 1° *La conjuguée* S *d'une surface développable* s, *enveloppe d'un plan* p, *est l'enveloppe du cylindre de révolution qui a* p *pour conjuguée* (8);

2° *La conjuguée d'une ligne droite* d *est l'enveloppe du cylindre de révolution dont l'axe est la perpendiculaire abaissée du pôle sur un plan quelconque* p *passant par* d (7), *et qui a pour rayon la distance du pôle au plan. De plus, cette surface conjuguée est une cyclotomique à directrice rectiligne* (14);

3° *La conjuguée* C *d'un cylindre de révolution* c, *enveloppe d'une sphère* s, *est l'enveloppe du tore* S, *conjugué de* s : *cette surface* C *est,* en *même temps, l'enveloppe d'un cylindre de révolution* (10);

4° *La conjuguée d'un cône* c *dont le sommet est pris pour pôle, est le cône* C *supplémentaire de* c (*);

(*) En effet, la conjuguée de tout plan *p*, tangent à *c*, est la perpendiculaire à *p*, menée par le pôle (9).

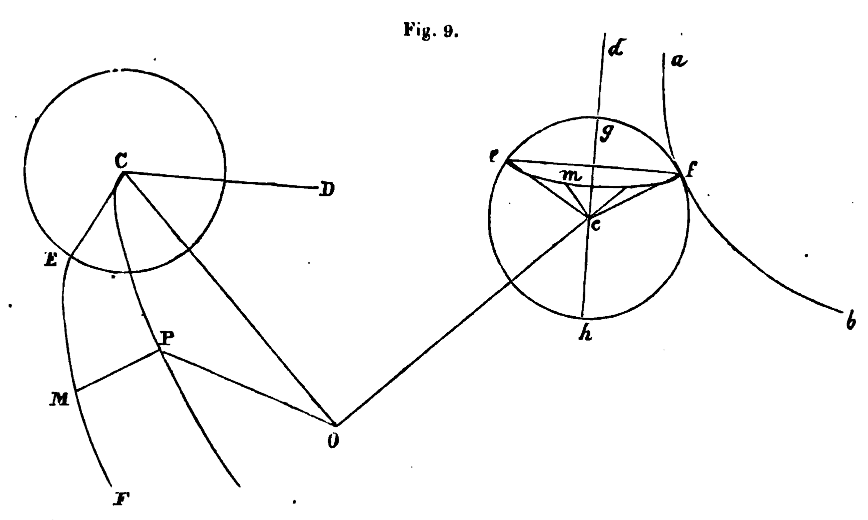
5° *La conjuguée d'une surface de révolution* s, *située d'une manière quelconque par rapport au pôle, est l'enveloppe d'une série de tores dont le centre commun est au pôle* (*);

6° *Plus généralement, la conjuguée d'une surface-canal est l'enveloppe d'une suite de tores;*

7° *En particulier, la conjuguée d'un tore quelconque est l'enveloppe d'une suite de tores* T *dont le centre commun est au pôle, dont les sections méridiennes sont égales, et dont les axes sont les génératrices d'un cône à base circulaire* (**).

24. *Conjuguée d'une surface de révolution.* — Nous pouvons compléter, comme il suit, ce que nous venons de dire à ce sujet.

Fig. 9.



Par le pôle et par l'axe *cd* de la surface donnée *s* (fig. 9), faisons passer le plan O*cd*; soient *afb* la section méridienne qu'il détermine dans *s*, et *efgh* la circonférence de grand cercle suivant laquelle ce plan coupe une des sphères enveloppées. Soit encore *emf* le petit cercle de contact entre *s* et cette sphère *c*.

Dans le plan O*cd*, que nous pouvons considérer comme un *plan méridien*

(*) Pour démontrer cette proposition, il suffit de rappeler que *toute surface de révolution est l'enveloppe d'une sphère*, et que la conjuguée d'une sphère est un tore ayant pour centre le pôle.

(**) D'après le n° 10, si l'axe du tore donné passe par le pôle, l'enveloppe dont il s'agit se réduit au système de deux tores. C'est ce qu'il est facile de vérifier.

principal, prenons OC égale et perpendiculaire à O*c*, menons CD perpendiculaire à *cd*, et décrivons la circonférence CE, égale à *ce*.

En tournant autour de O*c*, cette circonférence CE engendre un tore T, enveloppé par la conjuguée S de *s*. On voit déjà que *les centres des sections méridiennes principales de tous les tores* T *sont situés sur la droite* CD.

La ligne conjuguée de *c* est la circonférence CP décrite du point O comme centre, avec CO pour rayon, dans le plan perpendiculaire à O*c* (11) : *cette circonférence est, en même temps, le lieu des centres des sphères dont l'enveloppe est le tore* T.

Par un point quelconque P de CP, et par l'axe O*c* du tore, faisons passer le plan PO*c*; soit *m* le point où ce plan coupe le *parallèle emf*. Si, dans ce même plan, on prend PM égale et perpendiculaire au rayon *cm*, le point M, situé sur la sphère dont le centre est en P, sera le point qui, sur le tore T, correspond à *m*. Autrement dit, la ligne EMF, lieu du point M, est la transformée de la circonférence *emf*, ou la *génératrice de l'enveloppe* S. Cette génératrice a d'ailleurs, pour *ligne diamétrale*, la circonférence CP; car chaque point P donne deux points M, M_1, symétriquement placés par rapport à P. De plus, *la corde* MM_1 étant contenue dans le plan PO*c*, *est normale à la circonférence* CD.

25. *Conjuguée d'une cyclide.* — Soit une sphère *s*, tangente à trois sphères données, s_1, s_2, s_3. Les conjuguées respectives sont des tores T, T_1, T_2, T_3, ayant pour centre commun le pôle (10).

On sait que l'enveloppe de *s* est une *cyclide c* (*); donc, d'après le dernier théorème (22), *la conjuguée de la cyclide* c *est l'enveloppe du tore* T.

26. *Cas particulier.* — Si les centres des sphères données sont sur une droite passant au pôle, la cyclide *c* se réduit à un tore *t* (**) dont l'axe est cette même droite; et, par conséquent (10), la conjuguée de *t* se compose de

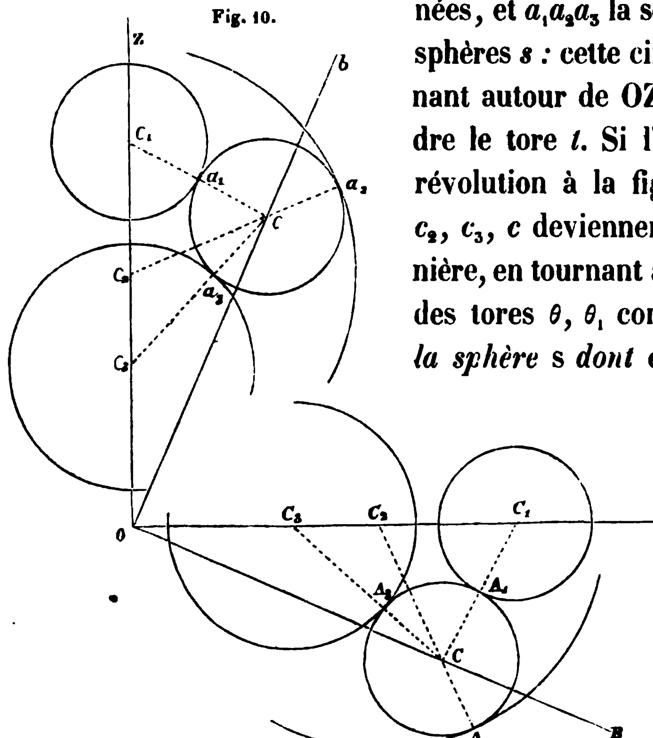
(*) Voir, par exemple, un intéressant mémoire de M. Mannheim (*Nouvelles Annales de mathématiques*, t. XIX). Nous espérons pouvoir revenir, plus tard, sur la *discussion de la cyclide*. Quant à présent, nous ferons seulement cette remarque :

La cyclide pouvant, de deux manières différentes, être considérée comme l'enveloppe d'une série de sphères tangentes à trois sphères données (Mannheim), il s'ensuit que *la conjuguée de la cyclide est l'enveloppe commune de deux séries de tores tangents à trois tores.*

(**) Plus exactement, l'enveloppe de ces sphères se compose de *quatre tores :* chacun d'eux est une nappe de la cyclide (Mannheim).

deux tores égaux, θ, θ_1. Donc, dans ce cas particulier, *l'enveloppe du tore* T *est le système de huit tores, égaux deux à deux, ayant même centre et même axe.*

Soient c_1a_1, c_2a_2, c_3a_3 (fig. 10) les sections méridiennes des sphères données, et $a_1a_2a_3$ la section méridienne d'une des sphères *s* : cette circonférence $a_1a_2a_3$, en tournant autour de OZ, ligne des centres, engendre le tore *t*. Si l'on fait opérer un quart de révolution à la figure, les circonférences c_1, c_2, c_3, c deviennent C_1, C_2, C_3, C : cette dernière, en tournant autour de OZ, engendre l'un des tores θ, θ_1 conjugués, *non-seulement de la sphère* s *dont* c *est le centre, mais encore de toutes les sphères, égales à celles-ci, qui touchent les sphères données.* En effet, tout est symétrique autour de OZ.



Quant au tore T, conjugué de la sphère *s*, il serait engendré par la circonférence C tournant autour de O*c* : à chaque position de cette droite correspond un tore T qui touche, *suivant la section méridienne commune* A_1 A_2 A_3, le tore θ. De même, le tore variable T et le tore θ_1, symétrique de O relativement au pôle, se touchent suivant une section méridienne commune. Enfin, les axes de tous les tores T sont les génératrices d'un cône de révolution.

27. *Autre cas particulier.* — Supposons que les sphères données soient égales, et prenons pour pôle le centre O de la circonférence qui passe par les centres c_1, c_2, c_3 (fig. 11) (*). Soit *t* le tore *circonscrit* aux trois sphères.

(*) Si le plan $c_1\,c_2\,c_3$ est supposé *horizontal*, le centre O est la projection horizontale de la droite OZ, *axe* de la circonférence $c_1\,c_2\,c_3$; et cet axe est le lieu des points tels, que chacun d'eux soit également distant des centres c_1, c_2 c_3.

Il est visible que toute sphère *s*, qui touche ce tore suivant un parallèle, est tangente aux sphères données. Ainsi déjà, *une des nappes de la cyclide* c *se réduit au tore* t.

Fig. 11.

Soient *ab*, *bc* (fig. 12) les sections méridiennes de *t* et de *s*. Faisons exécuter un quart de révolution à ces circonférences, de manière à les amener en AB et BC. La conjuguée du tore *t* se compose de la sphère engendrée par AB tournant autour de OZ, et d'une seconde sphère, symétrique de la première relativement au pôle (10).

La conjuguée de la sphère *s* est le tore T qui a CB pour section méridienne. Par conséquent, *la conjuguée d'une des nappes de la cyclide déterminée par trois sphères égales, se compose de deux sphères égales aux premières, et dont les centres, situés sur l'axe de la circonférence qui passe par les trois centres donnés, sont à des distances du centre de celle-ci, égales au rayon de cette même circonférence.*

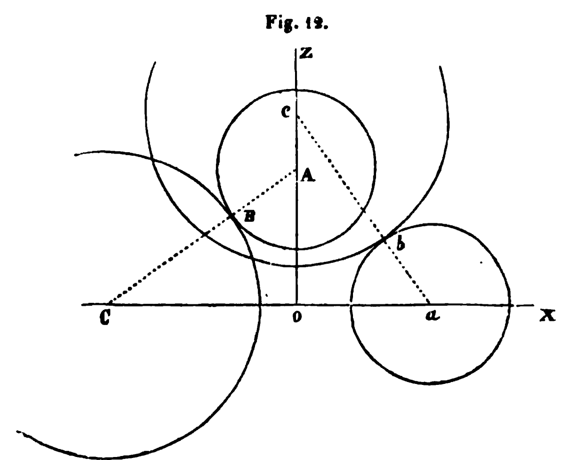


Fig. 12.

28. *Remarque.* — Dans la figure 12, *le tore* ab, *enveloppe des sphères* bc, *a pour conjuguée la sphère* AB, *enveloppe des tores* BC. *Le tore et la sphère sont donc*, pour ainsi dire, *des surfaces doublement conjuguées.*

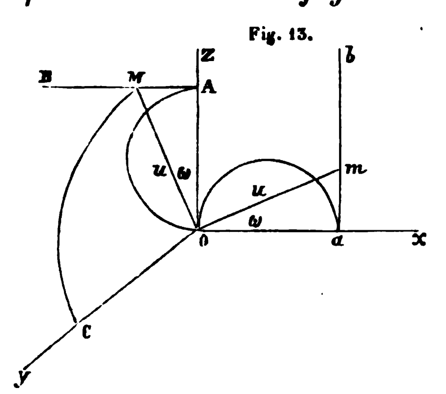


Fig. 13.

28. *Équation de la conjuguée d'une droite.* — Par le pôle O (fig. 13), menons Ox perpendiculaire à la droite donnée *ab*, Oz parallèle à *ab*, puis Oy perpendiculaire à ces deux premiers axes. Faisons ensuite tourner *ab* autour de Oy, de manière que cette ligne prenne la position AB. La conjuguée cherchée est la surface

cyclotomique ayant Oy et AB pour directrices (14). Or, si d désigne la distance Oa, et que u, ω soient les coordonnées polaires des points correspondants m, M, on a

$$d = u \cos \omega. \qquad (18)$$

De plus, les équations de la circonférence MC sont :

$$x^2 + y^2 + z^2 = u^2, \quad -x = z \operatorname{tg} \omega.$$

Éliminant u et ω, on trouve

$$(x^2 + y^2 + z^2) z^2 = d^2 (x^2 + z^2). \qquad (19)$$

Telle est l'*équation de la cyclotomique à directrice rectiligne, conjuguée de la droite* ab.

29. *Remarque.* — Cette surface est plus simplement représentée par l'équation (18).

30. Si, sur Oa comme diamètre, et dans le plan zx, on décrivait une circonférence, la conjuguée de cette ligne serait la *cyclotomique à directrice circulaire,* représentée par

$$u_1 = d \cos \omega. \qquad (20)$$

Or, à cause de $uu_1 = d^2$, la circonférence Oa et la droite ab sont, comme l'on sait, deux figures *réciproques ;* et il en est de même pour les deux cyclotomiques (*). Ainsi, dans ce cas particulier, *les conjuguées de deux figures réciproques sont réciproques.* On verra, plus loin, que cette propriété est générale.

31. *Autre génération de la cyclotomique à directrice rectiligne.* — On sait que *cette surface est l'enveloppe d'un cylindre de révolution* (23, 2°). Voici comment l'on peut vérifier cette propriété, et retrouver l'équation (19).

Équation d'un plan p *passant par* ab :

$$y = m(x - d).$$

Distance du pôle au plan p :

$$R = \frac{dm}{\sqrt{1 + m^2}}.$$

(*) *Mélanges mathématiques*, p. 188. L'équation (20), qui équivaut à $(x^2 + y^2 + z^2)(x^2 + z^2) = d^2 z^2$, ne diffère donc pas, au fond, de l'équation (17).

Équations de la section droite du cylindre :

$$y = mx, \quad x^2 + y^2 + z^2 = \frac{d^2m^2}{1 + m^2}.$$

Équations d'une génératrice :

$$y = -\frac{1}{m}(x - \alpha), \quad z = \gamma.$$

Équation de condition :

$$\alpha^2 + (1 + m^2)\gamma^2 = d^2m^2.$$

Équation du cylindre :

$$(my + x)^2 + (1 + m^2) z^2 = d^2m^2,$$

ou

$$(y^2 + z^2 - d^2) m^2 + 2mxy + x^2 + z^2 = 0. \tag{21}$$

L'équation de l'enveloppe est donc

$$x^2y^2 = (y^2 + z^2 - d^2)(x^2 + z^2),$$

ou

$$(x^2 + y^2 + z^2) z^2 = d^2 (x^2 + z^2);$$

comme ci-dessus (28).

32. *Remarque.* — Si la surface est éclairée par des rayons perpendiculaires au plan p, l'*ombre portée* sur ce plan est un cercle. Quant à la *ligne de séparation d'ombre et de lumière,* elle est représentée par l'équation (21), jointe à

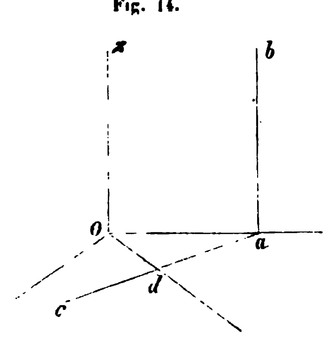
$$(y^2 + z^2 - d^2) m + xy = 0,$$

relation que l'on peut remplacer par



$$mxy + x^2 + z^2 = 0. \tag{22}$$

Fig. 14.



ac étant la trace du plan p, (fig. 14) soit O*d* une perpendiculaire à *ac.*

L'équation (21) représente le cylindre de révolution dont l'axe est *od,* et dont le rayon de la section droite est égal à la distance *od.*

Quant à l'équation (22), elle représente un cône ayant pour sommet le pôle, et pour

génératrices ***principales*** les droites Od, Oy. De plus, les sections du cône, parallèles au plan zx, sont des cercles. L'intersection de ces deux surfaces variables est la ligne cherchée, génératrice de la cyclotomique. Cette ligne a pour projection, sur le plan de xy, l'hyperbole équilatère représentée par

$$(y - mx)\left(y + \frac{x}{m}\right) = d^2;$$

etc.

33. *Conjuguée d'une surface développable* s. — Cette conjuguée S, dont la cyclotomique à directrice rectiligne est un cas particulier, est l'enveloppe d'un cylindre de révolution C (23, 1°).

Pour reconnaître la nature de cette enveloppe, considérons une génératrice quelconque g de la surface s. La conjuguée de g est la cyclotomique Σ dont nous venons de parler. D'un autre côté, la conjuguée du plan p, tangent à s suivant g, est le cylindre C. Donc la génératrice G de l'enveloppe cherchée S est la ligne commune à ce cylindre et à la surface Σ.

Si la génératrice g et le plan p sont rapportés à trois axes rectangulaires, choisis comme on l'a vu ci-dessus (28, 31), les équations du cylindre et de la cyclotomique seront :

$$(y^2 + z^2 - d^2)\, m^2 + 2mxy + x^2 + z^2 = 0, \qquad (21)$$
$$(x^2 + y^2 + z^2)\, z^2 = d^2 (x^2 + z^2). \qquad (19)$$

Éliminant y, on trouve que l'équation résultante peut être mise sous la forme

$$\left[x^2(d^2 - z^2)\, m^2 - z^2 (x^2 + z^2)\right]^2 = 0.$$

Par conséquent, *le cylindre touche la cyclotomique suivant la génératrice* G, ce que l'on savait (31).

34. ***Remarque.*** — Les normales à la surface S, en tous les points de la génératrice G, rencontrent l'axe du cylindre C : *le lieu de ces normales est donc un conoïde droit.*

35. *Équation de la conjuguée* S. — Dans chaque cas particulier, on pourra d'abord écrire ainsi l'équation du plan p :

$$\alpha x + \beta y + \gamma z = \lambda : \qquad (25)$$

λ est un paramètre variable, et les fonctions α, β, γ vérifient la relation

$$\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1.$$

La génératrice rectiligne g est représentée par l'équation (23), jointe à

$$x\frac{d\alpha}{d\lambda} + y\frac{d\beta}{d\lambda} + z\frac{d\gamma}{d\lambda} = 0.$$

D'un autre côté, le cylindre C a pour équation, comme on le vérifie aisément :

$$(\alpha X + \beta Y + \gamma Z)^2 = X^2 + Y^2 + Z^2 - \lambda^2. \qquad (24)$$

Donc l'équation cherchée résulte de l'élimination de λ entre (24) et

$$(\alpha X + \beta Y + \gamma Z)\left(X\frac{d\alpha}{d\gamma} + Y\frac{d\beta}{d\lambda} + Z\frac{d\gamma}{d\lambda}\right) = -\lambda. \qquad (25)$$

36. *Conjuguée d'un cylindre elliptique.* — Supposons, par exemple, que la surface s soit le cylindre représenté par

$$a^2y^2 + b^2x^2 = a^2b^2.$$

Dans ce cas, l'équation (24) est

$$X\cos\lambda + Y\sin\lambda = \sqrt{a^2\cos^2\lambda + b^2\sin^2\lambda},$$

et l'équation (25) :

$$(X\cos\lambda + Y\sin\lambda)^2 = X^2 + Y^2 + Z^2 - a^2\cos^2\lambda - b^2\sin^2\lambda,$$

ou

$$(X^2 - Y^2 + a^2 - b^2)\cos 2\lambda + 2XY\sin 2\lambda = X^2 + Y^2 + 2Z^2 - a^2 - b^2. \qquad (26)$$

Prenant la dérivée par rapport à λ, l'on obtient

$$(X^2 - Y^2 + a^2 - b^2)\sin 2\lambda - 2XY\cos 2\lambda = 0; \qquad (27)$$

après quoi l'élimination de λ conduit à

$$(X^2 - Y^2 + a^2 - b^2)^2 + 4X^2Y^2 = (X^2 + Y^2 + 2Z^2 - a^2 - b^2)^2,$$

relation que l'on peut mettre sous la forme

$$\frac{X^2}{b^2 - Z^2} + \frac{Y^2}{a^2 - Z^2} = 1. \qquad (28)$$

37. *Discussion.* — La surface S, représentée par cette équation (28), est assez curieuse : elle est coupée, par les plans ZX, ZY, suivant des parallèles au plan des XY, et suivant des circonférences ayant le pôle pour centre commun, et dont les rayons sont, respectivement, b, a. Les lignes de niveau et les lignes de plus grande pente, relatives au plan des XY, se projettent, sur ce plan, suivant des coniques homofocales. De plus, les lignes de contact de la surface avec les cylindres de révolution dont elle est l'enveloppe sont projetées, sur ce même plan, suivant des hyperboles équilatères passant toutes aux foyers des coniques dont il vient d'être question : cette propriété résulte de l'équation (27).

Enfin, si l'on écrit ainsi l'équation (28) :

$$\frac{a^2X^2}{u^2-a^2}+\frac{b^2Y^2}{u^2-b^2}=Z^2, \tag{29}$$

on voit que S peut être engendrée par une conique sphérique, variable de forme et de grandeur : la projection *horizontale* de cette courbe est la conique représentée par

$$\frac{X^2}{u^2-a^2}+\frac{Y^2}{u^2-b^2}=1\ (^*).$$

38. *Conjuguée d'un cylindre de révolution.* — Ce cylindre s peut être considéré, soit comme l'enveloppe d'un plan, soit comme l'enveloppe d'une sphère. Par conséquent, la surface conjuguée S, enveloppe d'un cylindre de révolution, est aussi l'enveloppe d'un tore (10, 22).

Soit

$$(x-d)^2+y^2=a^2, \tag{30}$$

l'équation du cylindre, l'origine étant au pôle. Un plan tangent quelconque p peut être représenté par

$$x\cos\theta+y\sin\theta=d\cos\theta+a.$$

Par suite, l'équation du cylindre conjugué à p est

$$(X\cos\theta+Y\sin\theta)^2=X^2+Y^2+Z^2-(d\cos\theta+a)^2. \tag{31}$$

(*) La surface S est un cas particulier de la *surface des ondes*.

On tire de celle-ci, en prenant la dérivée,

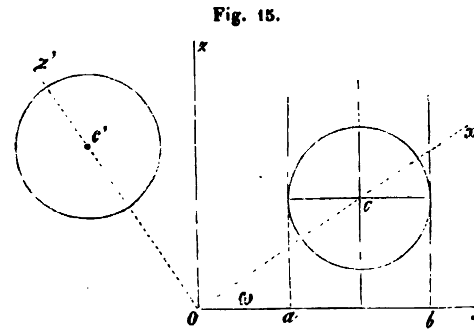
$$(X\cos\theta + Y\sin\theta)(Y\cos\theta - X\sin\theta) = d(d\cos\theta + a)\sin\theta. \qquad (32)$$

L'ensemble de ces deux équations représente la transformée d'une génératrice quelconque du cylindre. Cette courbe, ligne de contact de deux cylindres consécutifs, se projette donc, sur le plan XY, suivant une hyperbole équilatère.

Pour avoir l'équation de la surface conjuguée, il faudrait éliminer θ entre (31) et (32). Ce calcul paraît laborieux. Au lieu de l'effectuer, nous allons chercher les équations des courbes qui, sur S, correspondent aux *parallèles* du cylindre.

39. La sphère enveloppée par le cylindre a pour équation

Fig. 15.



$$(x-d)^2 + y^2 + (z - d\,\mathrm{tg}\,\omega)^2 = a^2;$$

ω représentant l'angle variable cOx (fig. 15).

Faisons tourner le grand cercle c autour de l'axe Oy, et amenons-le en c'. Si le cercle c' tourne autour de Ocx', il engendre le tore conjugué de la sphère c. A cause de $Oc' = Oc = \frac{d}{\cos\omega}$, l'équation du tore est, comme l'on sait (*),

$$\left(X'^2 + X^2 + Z'^2 - \frac{d^2}{\cos^2\omega} - a^2\right)^2 = 4\frac{d^2}{\cos^2\omega}(a^2 - X'^2).$$

Mais, si l'on revient aux axes Ox, Oz, on a

$$X' = X\cos\omega + Z\sin\omega, \quad X'^2 + Z'^2 = X^2 + Z^2;$$

donc

$$\left(X^2 + Y^2 + Z^2 - \frac{d^2}{\cos^2\omega} - a^2\right)^2 = 4\frac{d^2}{\cos^2\omega}\left[a^2 - (X\cos\omega + Z\sin\omega)^2\right]. \qquad (33)$$

L'équation dérivée est

$$\left.\begin{aligned}&\left(X^2 + Y^2 + Z^2 - \frac{d^2}{\cos^2\omega} - a^2\right)\left(X^2 + Y^2 + Z^2 + \frac{d^2}{\cos^2\omega} - a^2\right)\sin\omega\cos\omega \\ &= 4d^2(X\cos\omega + Z\sin\omega)(Z\cos\omega - X\sin\omega).\end{aligned}\right\} \qquad (34)$$

(*) *Manuel des Candidats à l'École polytechnique*, t. II, p. 91. Cette équation a été employée ci-dessus (18).

Le système de ces deux équations représente la courbe suivant laquelle le tore touche son enveloppe, ou la *transformée de la circonférence génératrice du cylindre donné.*

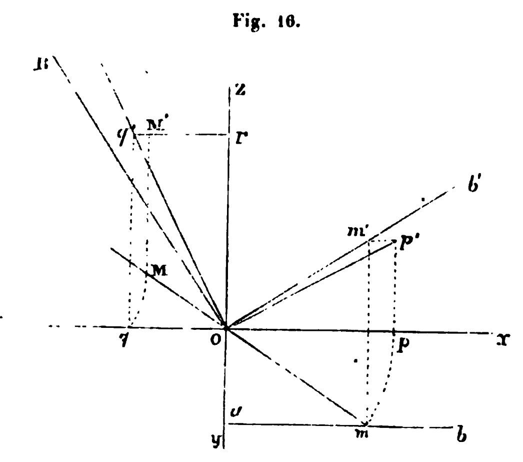
L'élimination de ω conduirait au même résultat que l'élimination de θ entre les équations (31) et (32); mais le nouveau calcul est encore plus compliqué que le premier.

40. *Conjuguée d'une surface gauche.* — On sait que le lieu des normales à une surface gauche *s*, aux points situés sur une même génératrice *g*, est un paraboloïde hyperbolique, c'est-à-dire *un conoïde droit, du second degré, ayant* g *pour axe ou pour directrice principale.* La conjuguée S est donc engendrée par la transformée de l'axe d'un pareil conoïde, dont les paramètres varieraient suivant une certaine loi.

Le calcul auquel conduit la recherche de cette transformée étant généralement fort compliqué, nous allons nous borner à l'effectuer dans le cas où *s* est un hyperboloïde gauche de révolution : la conjuguée S est alors un hyperboloïde de révolution, à deux nappes (10).

Ox (fig. 16) étant, à la fois, un axe des abscisses et une *ligne de terre*, supposons que l'axe de l'hyperboloïde *s* soit la droite (O, Oz), et que la génératrice *principale g* ait pour projections ab, Ob'. Soient O$a = a$, b'O$x = \theta$.

Fig. 16.



La normale à l'hyperboloïde, en un point quelconque (m, m'), se projette horizontalement suivant mO. Si l'on *rabat* ce point en p'; qu'on fasse tourner le triangle rectangle Opp' autour de O, de manière à l'amener en Orq'; et qu'enfin l'on construise les projections M, M' du point rabattu en q'; ce point (M, M') sera celui qui correspond à (m, m') sur la transformée de la génératrice principale.

Si l'on désigne par α l'angle variable mOy, on a

$$Z = Or = Op = Om = \frac{a}{\cos\alpha}, \quad am = a \operatorname{tg} \alpha, \quad pp' = rq' = a \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \theta;$$

puis

$$X = -a \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \theta \sin \alpha, \quad Y = -a \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \theta \cos \alpha.$$

On conclut de ces équations, par l'élimination de α :

$$X^2 + Y^2 - Z^2 \operatorname{tg}^2 \theta = -a^2 \operatorname{tg}^2 \theta, \qquad (35)$$

$$X^2 + Y^2 + XZ \operatorname{tg} \theta = 0. \qquad (36)$$

Ainsi qu'on pouvait s'y attendre, l'équation (35) représente l'hyperboloïde à deux nappes, conjugué de l'hyperboloïde gauche donné. Quant à l'équation (36), elle appartient à un cône ayant pour traces, sur le plan *principal* Zx, les droites OZ, OB, perpendiculaires à Ox, Ob'. De plus, les sections circulaires de ce cône sont déterminées par des plans respectivement perpendiculaires aux génératrices principales OZ, OB.

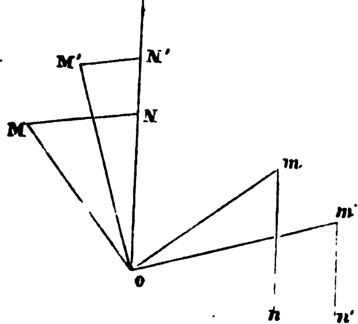
41. *Remarque.* — Le conoïde droit, lieu des normales à l'hyperboloïde gauche, a pour axe la génératrice g; et, pour *seconde directrice,* l'axe des deux hyperboloïdes. De plus, le pôle O est situé sur la commune perpendiculaire à ces deux droites. Donc

Étant donné un conoïde droit, du second degré; si l'on prend pour pôle le point où la seconde directrice d' *rencontre la commune perpendiculaire aux deux directrices* d, d'; *la transformée de la première directrice* d *est l'intersection d'un hyperboloïde de révolution, à deux nappes, avec un cône du second degré, ayant son sommet au pôle : l'axe de l'hyperboloïde est* d', *et les plans des sections circulaires du cône sont perpendiculaires, respectivement, à* d *et à* d'.

III. — Points singuliers et lignes singulières.

42. *Transformées de normales parallèles.* — Si, en divers point m, m', ... (fig. 17) de la surface s, les normales mn, $m'n'$, ... sont parallèles, les plans Omn, $Om'n'$, ... se coupent suivant une droite OA, parallèle à toutes ces normales. Conséquemment, *les normales* MN, M'N', ... *transformées des premières, rencontrent orthogonalement* OA. Autrement dit, *à des plans tangents parallèles, correspondent des plans tangents, parallèles à une même droite.*

Fig. 17.



43. *Remarque.* — Pour que la réciproque soit vraie, *les normales données, supposées parallèles à un même plan, doivent couper orthogonalement une droite passant par le pôle.*

En effet, s'il n'en était pas ainsi, les normales à la surface conjuguée se projetant, sur le plan p, suivant des perpendiculaires respectives aux projections des normales données, les premières droites ne pourraient être parallèles entre elles.

Cette réciproque se vérifie pour tous les points de l'axe d'un conoïde droit, si le pôle est pris sur l'axe : dans ce cas, le lieu des normales est le conoïde même, après qu'il a effectué un quart de révolution autour de l'axe (*). De plus, si ce conoïde *normal* a pour équation

$$\frac{y}{x} = f(z); \tag{37}$$

la transformée de l'axe est une courbe située dans le plan directeur passant par le pôle, et représentée, en coordonnées polaires, par

$$\operatorname{tg} \omega = f(u). \tag{38}$$

Soit, par exemple, l'*héliçoïde à plan directeur,* dont l'équation est

$$\frac{y}{x} = \operatorname{tg} \frac{z}{a}:$$

la relation (37) devient

$$\frac{x}{y} = - \operatorname{tg} \frac{z}{a}.$$

Par conséquent, la transformée de l'axe est la *spirale d'Archimède* représentée par

$$u = a\left(\omega - \frac{\pi}{2}\right).$$

En tous les points de cette courbe, les normales à la surface conjuguée de l'héliçoïde sont parallèles à l'axe : autrement dit, *le plan des* xy *touche la conjuguée suivant cette spirale.*

(*) Il est peut-être bon de faire observer que le théorème sur le *paraboloïde normal* (40) n'est pas applicable à l'axe d'un conoïde : cette droite n'est effectivement pas une génératrice rectiligne de la surface.

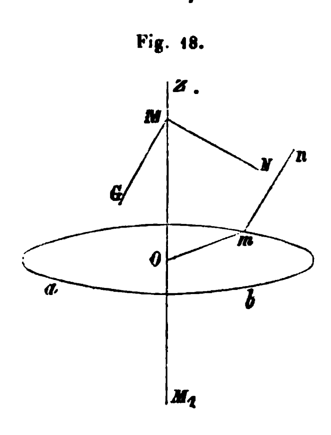
44. *Conjuguée d'une ligne de contact.* — Si les points m, m',... (fig. 17) sont dans un même plan, les points M, M',... appartiennent à un cylindre de révolution, ayant pour axe OA : le rayon de la section droite égale la distance du pôle au plan (7). Donc

Si la surface s *est touchée, par un plan* p, *suivant une ligne* l, *la surface conjuguée* S *est touchée, suivant une ligne* L, *par le cylindre de révolution conjugué de* p; *et réciproquement* (*).

45. *Cas particulier.* — *Si la ligne* l *est une circonférence dont l'axe passe au pôle, la ligne* L *est une circonférence ayant même axe que la première. De plus, le rayon de l'une est égal à la distance du pôle au plan de l'autre.*

46. *Transformée d'une circonférence.* — Supposons que la surface s admette une circonférence ab (fig. 18), dont le centre soit au pôle. Tous les plans normaux Omn se coupant suivant l'axe OZ de la circonférence, il en résulte (13) que le lieu conjugué de celle-ci se réduit aux points M, M_1 obtenus en prenant, sur l'axe, $OM = OM_1 = Om$. Mais ce n'est pas tout : à chaque normale mn correspond une normale MN; donc M, M_1 *sont des points singuliers de la surface* S : *chacun d'eux est le sommet d'un cône normal et d'un cône tangent.* La réciproque est vraie. Nous appellerons ces points, *points coniques.*

Fig. 18.



47. *Cas particulier.* — Si les normales mn à la surface s, en tous les points de la circonférence ab (fig. 18), sont parallèles à un plan p, menons, par le point M (46), la droite MG parallèle à mn : le lieu de MG est un plan P parallèle à p.

Prenant P pour plan des xy, et le point M pour origine, nous pourrons représenter les droites OM, MG par les équations :

$$\left.\begin{aligned} y &= 0, \\ z &= ax; \end{aligned}\right\} \text{(OM)} \qquad \left.\begin{aligned} z &= 0, \\ y &= \alpha x. \end{aligned}\right\} \text{(MG)}.$$

Il en résulte l'équation du plan OMG :

$$a(y - \alpha x) + \alpha z = 0;$$

(*) Il est sous-entendu que l'axe du cylindre contient le pôle.

puis les équations de MN :

$$a(y - \alpha x) + \alpha z = 0, \quad x + \alpha y = 0.$$

Enfin, l'élimination de α conduit à

$$a(x^2 + y^2) = xz.$$

Ainsi, *le lieu des normales* MN *est un cône du deuxième ordre, coupé suivant des cercles par les plans parallèles à* p, *et dont une des sections principales se compose de la droite* OM *et de la perpendiculaire au plan* p, *menée par le sommet* M (*).

48. L'équation du plan perpendiculaire à MN (fig. 18), mené par le point M, est

$$(x + az)\alpha^2 - y\alpha + az = 0.$$

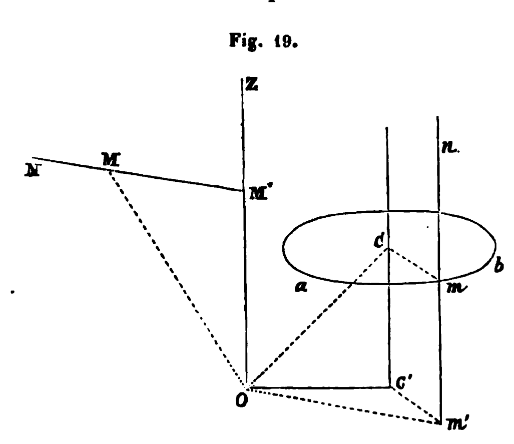
Le *cône tangent* est donc représenté par

$$y^2 = 4a(x + az)z.$$

49. *Cas particulier.* — Si les normales à la surface s, en tous les points de ab (fig. 18), sont perpendiculaires au plan de cette ligne, *le cône normal* (46), dont le sommet est en M, *se transforme en un plan perpendiculaire à* OM. Quant au *cône tangent, il se réduit à la droite* OM (**).

50. *Autre cas particulier.* — Supposons que les normales mn soient encore parallèles à l'axe cc' (fig. 19) de la circonférence ab suivant laquelle le plan de cette courbe touche la surface s, mais que ce plan ne contienne pas le pôle. Alors tous les plans Omn se coupent suivant une droite OZ parallèle à cc'.

Fig. 19.



Soit m' la projection de m sur un plan parallèle à ab, mené par le pôle. Quand le triangle rectangle O$m'm$

(*) Les plans des autres sections circulaires sont parallèles au plan de la circonférence ab. La transformée de l'hyperboloïde gauche nous a donné des résultats analogues à ceux-ci (40).

(**) Ce que nous disons du point M s'applique, bien entendu, au point M (fig. 18).

exécute un quart de révolution autour du pôle, dans le plan ZO$m'm$, la normale $m'n$ vient se placer en M'M, *parallèlement à* Om', *et perpendiculairement à* OZ. Par conséquent, *la transformée de la circonférence* ab *est située sur un cylindre de révolution, dont l'axe* OZ *est perpendiculaire au plan de* ab : *le rayon du cylindre égale la distance du pôle à ce plan. De plus, les normales* MM' *rencontrent* OZ *orthogonalement* (42).

51. Considérant la projection sur le plan O$c'm'$ (fig. 20), et posant

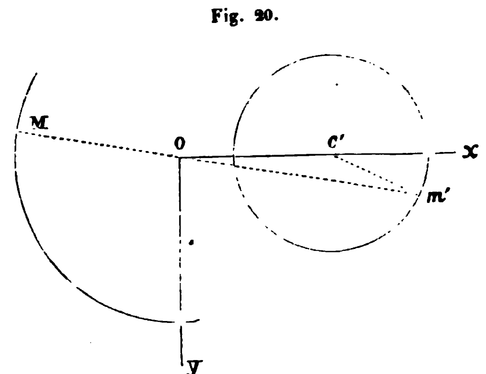


Fig. 20.

$$cc' = h,\ cm = c'm' = a,\ Oc' = d,\ c'Om' = \theta,$$

nous avons :

$$x^2 + y^2 = h^2,\quad a^2 = d^2 + z^2 - 2dz\cos\theta,$$
$$\cos\theta = -\frac{x}{h};$$

x, y, z étant les coordonnées du point M (fig. 19). Les équations du lieu de ce point sont donc

$$x^2 + y^2 = h^2,\quad z^2 + 2\frac{d}{h}zx + d^2 - a^2 = 0.$$

On voit que ce lieu, c'est-à-dire *la transformée de la circonférence donnée, est l'intersection d'un cylindre de révolution et d'un cylindre hyperbolique.*

52. *Transformée d'une ellipse de contact.* — Soit une surface s, touchée par un cylindre de révolution, suivant une ellipse $abcd$ (fig. 21) dont le centre soit au pôle. Cherchons, sur la surface conjuguée S, la transformée de cette courbe.

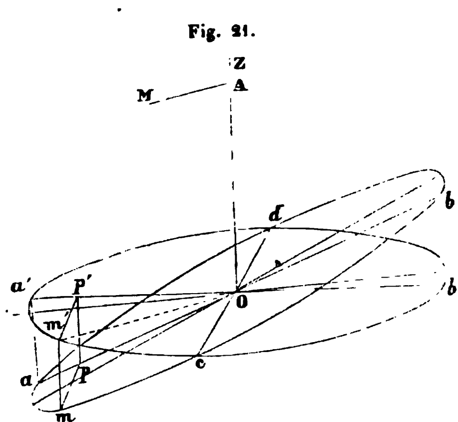


Fig. 21.

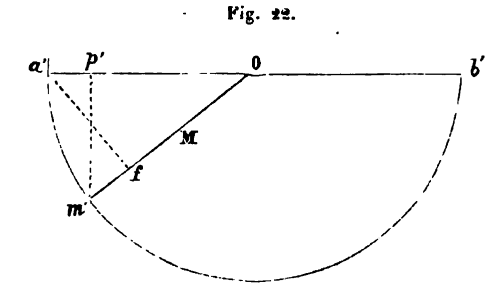
Soit OZ l'axe du cylindre; prenons OA = Oa' = Om' : la ligne cherchée est dans un plan perpendiculaire à OZ, passant par le point A. D'un autre côté, la normale au cylindre, en m, serait parallèle au rayon m'O. Si donc l'on mène AM parallèle à Om', et égale à mm', le point M correspond à m.

Faisons une projection *horizontale :* il s'agit de trouver (fig. 22) le lieu du point M tel que

$$OM = mm' = pp' = Op' \operatorname{tg} aOa' \text{ (fig. 21)}.$$

Abaissons $a'f$ perpendiculaire à Om' (fig. 22). Si l'on avait $OM = Op' = Of$, le lieu cherché serait la circonférence décrite sur Oa' comme diamètre; donc, à cause du facteur constant tg aOa', *ce lieu est la circonférence qui, passant en* O, *a son centre sur* Oa', *et dont le diamètre égale* aa' (fig. 21). Revenant de la projection à la figure dans l'espace, on conclut que :

Fig. 22.

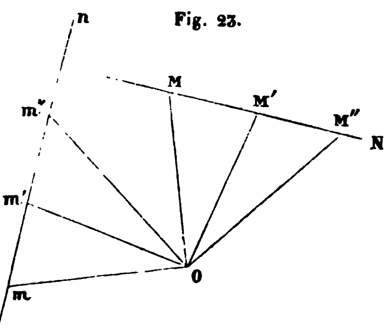


Si la surface s *est touchée, suivant une ellipse ayant son centre au pôle, par un cylindre de révolution dont l'axe contienne le pôle, la surface conjuguée* S *est touchée, par les deux plans conjugués du cylindre* (8), *suivant deux circonférences symétriques relativement au pôle, rencontrant l'axe du cylindre, et dont les plans sont perpendiculaires à l'axe. De plus, si* R *est le rayon de la section droite, et que* α *soit l'inclinaison du plan de l'ellipse sur le plan de la section droite, les diamètres des deux circonférences sont égaux à* R tgα. *Enfin, la distance du pôle aux plans des circonférences est* R.

IV. — Conjuguées de surfaces parallèles, de surfaces podaires, de surfaces réciproques, etc.

53. Théorème. — *Les conjuguées de surfaces parallèles sont des surfaces parallèles.*

Fig. 23.



Soient $m, m', m'', \ldots$ (fig. 23) des points situés sur la normale commune à plusieurs surfaces parallèles $s, s', s'', \ldots$ Soit M le point qui correspond à m sur la surface S conjuguée de s. Si l'on prend, sur la normale MN en M,

$$MM' = mm', \quad MM'' = mm'', \ldots,$$

il en résulte

$$OM' = Om', \quad OM'' = Om'', \ldots$$

De plus, les nouveaux rayons vecteurs sont perpendiculaires aux premiers. Donc MN, normale à la surface S, est normale à la surface S′ conjuguée de *s′*, à la surface S″ conjuguée de *s″*, etc.

54. *Applications.* — 1° *Les conjuguées de cylindres de révolution autour d'une même droite sont parallèles à la surface cyclotomique conjuguée de cette droite* (28) (*).

2° *Les conjuguées des surfaces parallèles à l'ellipsoïde sont parallèles à la surface des ondes.*

3° *La conjuguée d'une surface-canal, ayant pour axe* (**) *une ligne* l, *est parallèle à la cyclique* Σ (12) *conjuguée de* l (***).

4° En particulier, *la conjuguée* T *d'un tore elliptique* t, *enveloppe d'une sphère* s *dont le centre parcourt une ellipse* e, *est parallèle à la cyclotomique* Σ *conjuguée* de *e* (14) (IV).

55. *Systèmes orthogonaux.* — On sait que :

1° *Toute surface* s *fait partie d'un système triple orthogonal;*

2° *Des surfaces parallèles* s, s′, s″,..., *appartiennent toujours à un pareil système;*

3° Il existe une infinité de systèmes orthogonaux, composés de surfaces parallèles s, s′, s″,..., de surfaces développables, σ_1, σ'_1, σ''_1... et d'autres surfaces développables σ_2, σ'_2, σ_2'', .. (V).

D'après le théorème précédent, les conjuguées S, S′, S″,... des surfaces parallèles *s*, s′, *s″*,... appartiennent à un système orthogonal; donc :

A tout système orthogonal composé de surfaces parallèles s, s′,... *de sur-*

(*) On a vu (38) d'autres définitions de ces surfaces.

(**) J'appelle *axe* la ligne décrite par le centre de la sphère dont la surface-canal est l'enveloppe (*Académie de Belgique, savants étrangers*, t. XXXII).

(***) Cette conjuguée, tangente à une infinité de sphères égales, est aussi l'enveloppe d'une suite de tores (23, 6°).

(IV) On suppose, comme pour la surface des ondes, que le centre est pris pour pôle. L'équation de la cyclotomique à directrice elliptique est

$$(a^2X^2 + b^2Y^2)(X^2 + Y^2 + Z^2) = a^2b^2(X^2 + Y^2).$$

Dans une note insérée aux *Bulletins de l'Académie* (séance du 1er août 1868), j'ai indiqué une autre construction de la surface T.

(V) Voir la note et le mémoire cités.

faces développables σ_1, σ_1', σ_1'',.. *et d'autres surfaces développables* σ_2, σ'_2, σ''_2... *correspond un second système orthogonal composé de surfaces parallèles* S, S', S'',..., *de surfaces développables* Σ_1, Σ'_1,... *et d'autres surfaces développables* Σ_2, Σ'_2, Σ''_2... (*).

56. EXEMPLES. — 1° *Si les surfaces* s, s', s'',... *sont des cylindres de révolution, les surfaces* S, S', S'',... *sont parallèles à une cyclotomique à directrice rectiligne* (54, 10);

2° *Si les surfaces* s, s', s',... *sont des tores elliptiques, les surfaces* S, S', S'',... *sont parallèles à une cyclotomique à directrice elliptique* (54, 4°);

3° *Au système orthogonal déterminé par le cylindre ayant pour équation*

$$a^2y^2 + b^2x^2 = a^2b^2,$$

correspond le système déterminé par la surface dont l'équation est

$$\frac{X^2}{b^2 - Z^2} + \frac{Y^2}{a^2 - Z^2} = 1; \tag{28}$$

etc.

57. THÉORÈME. — *Les podaires* s_1, S_1 *de deux surfaces conjuguées* s, S, *sont conjuguées* (**).

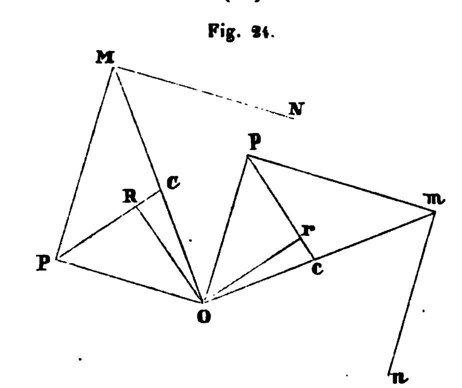


Fig. 21.

Soient m, M deux points correspondants; soient mn, MN les normales, en ces points, aux surfaces conjuguées s, S. Si, dans le plan mOM, on mène mp perpendiculaire à mn, et Op parallèle à mn, le point p est le point de la *podaire* s_1 de s, correspondant à m. De même, P est le point de la podaire S_1 de S, correspondant à M. D'ailleurs, la normale à s_1, en p, est la médiane pc du triangle Opm (***); et la normale en P, à la

(*) Les nouvelles surfaces développables ne sont évidemment pas conjuguées des premières. Observons, en passant, qu'*à deux plans tangents, perpendiculaires entre eux, correspondent deux cylindres de révolution, dont les axes sont perpendiculaires entre eux.*

(**) Les deux pôles de transformation sont supposés confondus.

(***) Voir, par exemple, le *Calcul différentiel* de M. Bertrand, p. 16.

podaire S_1, est la médiane PC du triangle OPM. Ces normales, situées dans le plan pOP, étant perpendiculaires entre elles, il s'ensuit que les podaires s_1, S_1 satisfont à la définition des surfaces conjuguées (6).

58. Applications. — 1° On sait que la podaire d'un ellipsoïde, le pôle étant au centre, est la *surface d'élasticité* (*). Par conséquent, *la podaire de la surface des ondes est conjuguée de la surface d'élasticité.*

2° *La podaire d'une surface développable* s *est, évidemment, une* certaine *ligne* l. D'ailleurs, la conjuguée S de s est l'enveloppe d'un cylindre de révolution, et la conjuguée de l est une surface cyclique Σ. Conséquemment

La podaire S_1 *d'une surface* S, *enveloppe d'un cylindre de révolution dont l'axe passe constamment par le pôle, est une surface cyclique* (**).

3° *La podaire d'une surface gauche* s *est le lieu* s_1 *d'une circonférence* c, *podaire des plans menés par une génératrice quelconque* g. Cette circonférence, contenue dans le plan perpendiculaire à g, mené par le pôle, a pour diamètre la perpendiculaire abaissée du pôle sur la génératrice.

59. *Podaire d'un hyperboloïde.* — Considérons le cas très-simple où la surface s serait un hyperboloïde de révolution. La perpendiculaire abaissée du centre sur une génératrice quelconque g est un rayon a du cercle de gorge. Par conséquent, si l'on conçoit une circonférence c décrite sur a comme diamètre, dans le plan perpendiculaire à g, et que l'on fasse tourner c autour de l'axe de l'hyperboloïde s, la surface s_1, ainsi engendrée, est la podaire de s. Cette surface s_1 a pour section méridienne la podaire de l'hyperbole méridienne. En outre, d'après le théorème ci-dessus (57), cette même surface podaire s_1 est conjuguée d'une surface de révolution S_1, podaire de l'hyperboloïde à deux nappes, S, conjugué de s (41). Enfin, de même que les sections méridiennes des deux hyperboloïdes sont égales (10), les sections méridiennes des deux surfaces podaires le sont aussi.

60. *Podaires successives.* — Si l'on projette le pôle O sur les médianes Oc, OC (fig. 24), les points z, R, ainsi déterminés, appartiennent à

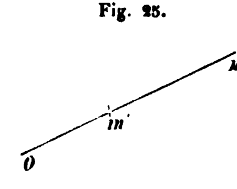
(*) Voir plus loin.

(**) Il est bon d'observer que : 1° *à chaque position du cylindre* C, *correspond un plan* p, *tangent à la surface* s; 2° *au moyen de la cyclique* Σ, *on peut facilement construire la conjuguée* l, *et, par suite, la surface développable* s, *conjuguée de* S.

deux nouvelles surfaces s_2, S_2, podaires respectives de s_1, S_1. Et ainsi de suite (*).

61. *Surfaces réciproques.* — On dit que deux surfaces s, s' sont *réciproques,* quand l'une se déduit de l'autre au moyen de la *transformation par rayons vecteurs réciproques* (**). Ainsi, m et m' (fig. 25) étant deux points *correspondants,* situés sur un même rayon vecteur Omm', on a toujours

Fig. 25.

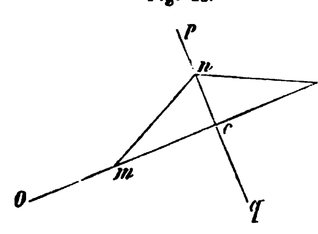


$$Om \,.\, Om' = \rho^2, \tag{39}$$

ρ étant une constante.

62. **Lemme.** — *Les normales* mn, m'n' (fig. 26) *à deux surfaces réciproques* s, s', *en deux points correspondants* m, m', *sont symétriques par rapport au plan* pq, *perpendiculaire au milieu* c *de la corde* mm' (***).

Fig. 26.



63. **Théorème.** — *Les conjuguées* S, S' *de deux surfaces réciproques* s, s', *sont réciproques.*

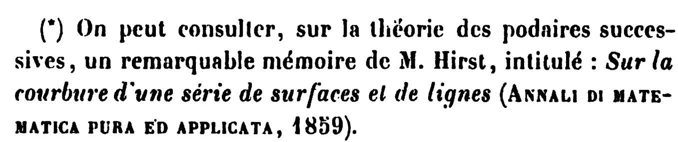
En effet, si le triangle isoscèle mnm' (fig. 27) effectue un quart de révolution autour du point O, les nouveaux points M, M' satisfont à la relation

Fig. 27.



$$OM \,.\, OM' = \rho^2.$$

64. **Théorème.** — *Les figures* s', S', *réciproques de deux figures conjuguées,* s, S, *sont conjuguées.*



(*) On peut consulter, sur la théorie des podaires successives, un remarquable mémoire de M. Hirst, intitulé : *Sur la courbure d'une série de surfaces et de lignes* (Annali di matematica pura ed applicata, 1859).

(**) Parmi les géomètres qui se sont occupés des figures réciproques, je citerai MM. Liouville (*Journal de mathématiques*, t. XII), Paul Serret (*Des méthodes en géométrie*), Hirst (*Sur la courbure...*).

(***) Hirst (mém. cité).



Cette proposition étant une réciproque de la précédente, nous pouvons nous contenter de l'énoncer.

65. *Application.* — Si la surface s est le cylindre représenté par

$$a^2y^2 + b^2x^2 = a^2b^2,$$

la surface conjuguée, S, a pour équation

$$\frac{X^2}{b^2 - Z^2} + \frac{Y^2}{a^2 - Z^2} = 1. \tag{28}$$

A cause de la relation (39, on a, comme l'on sait,

$$\frac{x}{x'} = \frac{y}{y'} = \frac{z}{z'} = \frac{X}{X'} = \frac{Y}{Y'} = \frac{Z}{Z'} = \frac{\rho^2}{u'^2}; \tag{40}$$

donc les équations des surfaces s', S', réciproques des premières, sont :

$$(a^2y'^2 + b^2x'^2)\,\rho^4 = a^2b^2\,(x'^2 + y'^2 + z'^2)^2, \tag{41}$$

$$\frac{X'^2}{b^2u'^2 - \rho^4Z'^2} + \frac{Y'^2}{a^2u'^2 - \rho^4Z'^2} = \frac{1}{\rho^4}; \tag{42}$$

et, d'après le dernier théorème, les surfaces s', S' sont conjuguées.

66. *Discussion.* — Si, dans l'équation (41), on fait $z' = 0$, on a

$$(a^2y'^2 + b^2x'^2)\,\rho^4 = a^2b^2\,(x'^2 + y'^2)^2.$$

Soient

$$a = \frac{\rho^2}{a'}, \quad b = \frac{\rho^2}{b'}:$$

la dernière relation devient

$$a'^2x'^2 + b'^2y'^2 = (x'^2 + y'^2)^2,$$

équation de la podaire d'une ellipse dont les demi-axes sont a', b'.

Considérons les sections faites, dans le cylindre s et dans la surface s', par un même plan contenant l'axe OZ : la première est une génératrice; conséquemment la seconde, que l'on peut appeler *section méridienne* de la surface réciproque s', est une circonférence tangente, en O, à l'axe OZ.

La surface s' est donc une sorte de tore dont la section équatoriale est une podaire d'ellipse, et dont les sections méridiennes, circulaires, sont tangentes

à la surface, au centre de celle-ci. D'ailleurs, s' est un cas particulier de la *surface d'élasticité;* car l'équation (41) équivaut à

$$a'^2x'^2 + b'^2y'^2 = (x'^2 + y'^2 + z'^2)^2.$$

L'introduction des paramètres a', b', dans l'équation (42), la transforme en

$$\frac{b'^2X'^2}{u'^4 - b'^2Z'^2} + \frac{a'^2Y'^2}{u'^4 - a'^2Z'^2} = 1,$$

équation que l'on peut écrire ainsi :

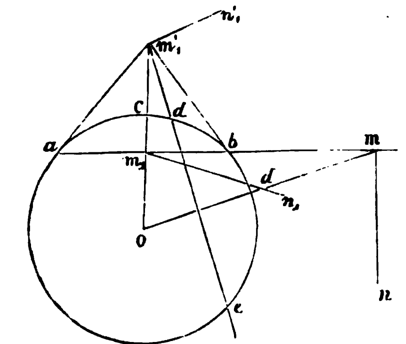
$$\frac{X'^2}{a'^2 - u'^2} + \frac{Y'^2}{b'^2 - u'^2} = \frac{Z'^2}{u'^2}.$$

Sous cette forme, on reconnait que la surface S' est conjuguée de s'; car *la conjuguée de la surface d'élasticité est représentée par*

$$\frac{X^2}{a^2 - u^2} + \frac{Y^2}{b^2 - u^2} + \frac{Z^2}{c^2 - u^2} = 0 \text{ (*)}.$$

67. Lemme. — *Soient* s_1 *la podaire d'une surface* s, *et* s'_1 *la surface réciproque de* s_1 : s'_1 *est la polaire réciproque de* s_1, *relativement à la sphère qui a pour rayon* ρ *et pour centre le pôle.*

Fig. 28.



m, m_1, m'_1 (fig. 28) étant trois points correspondants, situés dans le plan *Omn;* décrivons, du pôle comme centre, avec un rayon égal à ρ, la circonférence *acb,* puis menons les droites m'_1a, m'_1b.

A cause de la relation

$$Om_1 . Om'_1 = \rho^2,$$

ces droites sont tangentes à la circonférence; donc *le plan* abm, *tangent en* m *à la surface* s, *a pour pôle le point* m'_1 *de la surface* s'_1 (**). C'est ce qu'il fallait démontrer.

(*) Voir plus loin.
(**) M. Hirst (mém. cité).

68. *Remarque.* — Le plan tangent en m'_1, à la surface s'_1, est le plan polaire du point m, lequel est perpendiculaire à Om; donc *la normale* m′ n′ *est parallèle au rayon vecteur* Om (*). Il est visible que cette normale est symétrique de la médiane $m_1 n_1$ du triangle $Om_1 m$, relativement au plan perpendiculaire au milieu de $m_1 m'_1$; ce qui doit être (62).

69. Théorème. — *Les conjuguées* S, S'_1, *de deux surfaces polaires réciproques, sont polaires réciproques.*

70. Théorème. — *Les polaires réciproques,* s'_1, S'_1, *de deux surfaces conjuguées,* s, S, *sont conjuguées.*

Ces deux théorèmes résultent de la figure 28, à laquelle on ferait exécuter un quart de révolution.

71. *Application.* — Si la surface s est le cylindre représenté par

$$a^2y^2 + b^2x^2 = a^2b^2, \tag{43}$$

la polaire réciproque s' se réduit, comme l'on sait, à l'ellipse dont les équations sont

$$z' = 0, \quad a'^2y'^2 + b'^2x'^2 = a'^2b'^2, \tag{44}$$

pourvu que l'on suppose

$$aa' = bb' = \rho^2.$$

Nous avons trouvé, pour équation de la conjuguée S du cylindre,

$$\frac{X^2}{b^2 - Z^2} + \frac{Y^2}{a^2 - Z^2} = 1. \tag{28}$$

D'un autre côté, la *cyclotomique à directrice elliptique* S′, conjuguée de l'ellipse s', est représentée par

$$(b'^2X'^2 + a'^2Y'^2)(X'^2 + Y'^2 + Z'^2) = a'^2b'^2(X'^2 + Y'^2): \tag{45}$$

il reste à vérifier que S′ est polaire réciproque de S.

Cette polaire réciproque est l'enveloppe du plan représenté par

$$\alpha x + \beta y + \gamma z = \rho^2, \tag{46}$$

les paramètres α, β, γ satisfaisant à la condition

$$\frac{\alpha^2}{b^2 - \gamma^2} + \frac{\beta^2}{a^2 - \gamma^2} = 1. \tag{47}$$

(*) De même, la normale mn est parallèle au rayon vecteur Om'_1.

On conclut de là, par la règle ordinaire,

$$\frac{x}{\left(\frac{\alpha}{b^2-\gamma^2}\right)}=\frac{y}{\left(\frac{\beta}{a^2-\gamma^2}\right)}=\frac{z}{\left[\left(\frac{\alpha}{b^2-\gamma^2}\right)^2+\left(\frac{\beta}{a^2-\gamma^2}\right)^2\right]\gamma}.$$

La valeur commune des trois rapports est

$$\frac{\sqrt{x^2+y^2}}{\sqrt{\left(\frac{\alpha}{b^2-\gamma^2}\right)^2+\left(\frac{\beta}{a^2-\gamma^2}\right)^2}};$$

donc

$$\frac{\alpha^2}{(b^2-\gamma^2)^2}+\frac{\beta^2}{(a^2-\gamma^2)^2}=\frac{z^2}{(x^2+y^2)\gamma^2}.$$

En vertu de la relation (46), cette valeur commune est aussi

$$\frac{\rho^2}{\frac{\alpha^2}{b^2-\gamma^2}+\frac{\beta^2}{a^2-\gamma^2}+\frac{z^2}{x^2+y^2}};$$

ou, d'après la condition (47) :

$$\frac{(x^2+y^2)\rho^2}{x^2+y^2+z^2}.$$

Conséquemment

$$\frac{x}{\left(\frac{\alpha}{b^2-\gamma^2}\right)}=\frac{y}{\left(\frac{\beta}{a^2-\gamma^2}\right)}=\frac{(x^2+y^2)\gamma}{z}=\frac{(x^2+y^2)\rho^2}{x^2+y^2+z^2}. \qquad (48)$$

L'élimination des paramètres α, β, γ, entre les équations (46) et (48), est maintenant fort simple : elle conduit à

$$(b^2x^2+a^2y^2)(x^2+y^2+z^2)=(x^2+y^2)\rho^4,$$

équation qui ne diffère, de la relation (45), que par la notation.

SECONDE PARTIE.

SURFACE DES ONDES.

V. — Quelques sommations (*).

72. Afin de n'avoir plus à y revenir, nous indiquerons, dès à présent, les valeurs (**) d'un certain nombre de *fonctions alternées*, fonctions qui se présenteront fréquemment dans la suite de ce mémoire.

Pour abréger, nous ferons (***)

$$(b^2 - c^2)(c^2 - a^2)(a^2 - b^2) = \mathrm{P}. \tag{49}$$

$$1^\circ \quad a^2(b^2 - c^2) + b^2(c^2 - a^2) + c^2(a^2 - b^2) = \sum a^2(b^2 - c^2) = 0; \tag{50}$$

$$2^\circ \quad \sum a^2(b^4 - c^4) = -\sum a^4(b^2 - c^2) = -\sum b^2c^2(b^2 - c^2) = \mathrm{P}; \tag{51}$$

$$3^\circ \quad \sum a^6(b^2 - c^2) = \sum (b^4 - c^4)\, b^2c^2 = -\mathrm{P}\sum a^2; \tag{52}$$

$$4^\circ \quad \sum a^6(b^4 - c^4) = -\sum a^4(b^6 - c^6) = \sum b^4c^4(b^2 - c^2) = -\mathrm{P}\sum b^2c^2; \tag{53}$$

$$5^\circ \quad \sum a^2(b^8 - c^8) = -\sum b^2c^2(b^6 - c^6) = -\sum a^8(b^2 - c^2) = \mathrm{P}\sum (a^4 + b^2c^2). \tag{54}$$

73. *Remarque.* — Si l'on représente par H_{2p} la *fonction homogène entière*, du degré $2p$; savoir

$$\mathrm{H}_{2p} = \sum a^{2\alpha} b^{2\beta} c^{2\gamma}, \quad (\alpha + \beta + \gamma = p)$$

les relations (52), (54), peuvent être renfermées dans la formule générale

$$\sum a^{2p+4}(b^2 - c^2) = -\mathrm{PH}_{2p}. \tag{55}$$

(*) Nous continuons l'ordre des chapitres, des articles et des équations.

(**) M. Lamé en a donné quelques-unes (*Théorie de l'élasticité*, p. 237).

(***) On peut obtenir toutes ces formules au moyen de la théorie des *déterminants;* mais il est encore plus simple de les former directement, par la division.

Elle donne, par exemple,

$$a^{10}(b^2-c^2)+b^{10}(c^2-a^2)+c^{10}(a^2-b^2)=$$
$$-(b^2-c^2)(c^2-a^2)(a^2-b^2)\left[a^6+b^6+c^6+a^4(b^2+c^2)+b^4(c^2+a^2)+c^4(a^2+b^2)+a^2b^2c^2\right]\ (^*).$$

VI. Équation de la surface.

74. Fresnel, Ampère, Cauchy, Plücker et d'autres géomètres ont trouvé, par diverses méthodes, l'équation de la surface des ondes. Nous allons reproduire la plupart de ces méthodes, en essayant de les simplifier.

75. *Première méthode.* — Soit

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}=1 \tag{56}$$

l'équation d'un ellipsoïde *s, conjugué* à la surface cherchée.

En employant les notations et les formules du Chapitre I, on trouve, immédiatement,

$$l=\frac{vx}{a^2},\quad m=\frac{vy}{b^2},\quad n=\frac{vz}{c^2}; \tag{57}$$

$$\frac{1}{v^2}=\frac{x^2}{a^4}+\frac{y^2}{b^4}+\frac{z^2}{c^4}; \tag{58}$$

$$X=\frac{(a^2-u^2)\,vx}{a^2k},\quad Y=\frac{(b^2-u^2)\,vy}{b^2k},\quad Z=\frac{(c^2-u^2)\,vz}{c^2k}. \tag{59}$$

On conclut, des dernières valeurs,

$$\frac{\left(\frac{aX}{u^2-a^2}\right)}{\left(\frac{x}{a}\right)}=\frac{\left(\frac{bY}{u^2-b^2}\right)}{\left(\frac{y}{b}\right)}=\frac{\left(\frac{cZ}{u^2-c^2}\right)}{\left(\frac{z}{c}\right)}=-\frac{v}{k}. \tag{60}$$

Mais

$$Xx+Yy+Zz=0; \tag{4}$$

donc

$$\frac{a^2X^2}{u^2-a^2}+\frac{b^2Y^2}{u^2-b^2}+\frac{c^2Z^2}{u^2-c^2}=0; \tag{61}$$

équation de la surface des ondes.

(*) La relation (55) résulte, assez simplement, du *Théorème sur une fonction homogène entière* (Mélanges mathématiques, p. 168).

76. *Remarques.* — 1° On tire, des proportions (60), eu égard à l'équation (56), la formule

$$\sum \frac{a^2 x^2}{(u^2 - a^2)^2} = \frac{v^2}{k^2}. \tag{62}$$

2° L'équation (61) peut être écrite ainsi :

$$\sum \frac{(a^2 - u^2 + u^2)\,X^2}{u^2 - a^2} = 0,$$

ou

$$-\sum u^2 + u^2 \sum \frac{X^2}{u^2 - a^2} = 0;$$

ou enfin, après suppression du facteur u^2 :

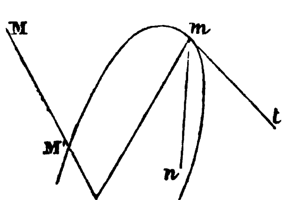
$$\frac{X^2}{u^2 - a^2} + \frac{Y^2}{u^2 - b^2} + \frac{Z^2}{u^2 - c^2} = 1. \tag{63}$$

3° Une transformation analogue, effectuée sur la formule (62), la réduit à

$$\sum \frac{X^2}{(u^2 - a^2)^2} = \frac{1}{k^2} \text{ (*)}. \tag{64}$$

77. *Deuxième méthode.* — Par un point quelconque m (fig. 29) de l'ellipsoïde s, menons mt perpendiculaire au plan Omn, puis coupons la surface par le plan diamétral Omt : la section est une ellipse dans laquelle *le rayon* Om *est perpendiculaire à la tangente* mt; c'est-à-dire que Om est un demi-axe de cette courbe. De là résulte cette construction connue :

Fig. 29.



Si, après avoir coupé l'ellipsoïde par un plan diamétral quelconque, on porte à partir du centre, sur le diamètre perpendiculaire à ce plan, des distances égales aux demi-axes de la section, le lieu des points ainsi déterminés est la surface des ondes.

78. Soient e, f, g, les cosinus des angles formés, avec les axes coordonnés, par la normale au plan Omt : l'équation de ce plan est

$$ex + fy + gz = 0. \tag{65}$$

(*) Celle-ci est une conséquence immédiate des relations (58) et (59).

On y doit joindre

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1, \quad x^2 + y^2 + z^2 = u^2.$$

Pour que *Om* soit un demi-axe de la section, le rayon vecteur u doit être maximum ou minimum; ainsi

$$xdx + ydy + zdz = 0.$$

De plus,

$$edx + fdy + gdz = 0, \quad \frac{x}{a^2}dx + \frac{y}{b^2}dy + \frac{z}{c^2}dz = 0.$$

La méthode des multiplicateurs donne ensuite :

$$\lambda x + \mu e = \frac{x}{a^2}, \quad \lambda y + \mu f = \frac{y}{b^2}, \quad \lambda z + \mu g = \frac{z}{c^2}.$$

On tire de ces relations, en ayant égard aux équations données,

$$\lambda = \frac{1}{u^2},$$

$$x = \frac{a^2u^2\mu e}{u^2 - a^2}, \quad y = \frac{b^2u^2\mu f}{u^2 - b^2}, \quad z = \frac{c^2u^2\mu g}{u^2 - c^2}; \qquad (66)$$

puis

$$u^4\mu^2 \sum \frac{a^2e^2}{(u^2 - a^2)^2} = 1, \quad u^2\mu^2 \sum \frac{a^4e^2}{(u^2 - a^2)^2} = 1. \qquad (67)$$

Pour éliminer μ^2, il suffit de retrancher membre à membre les deux dernières relations : on trouve ainsi

$$\frac{a^2e^2}{u^2 - a^2} + \frac{b^2f^2}{u^2 - b^2} + \frac{c^2g^2}{u^2 - c^2} = 0. \qquad (68)$$

Telle est l'équation (*) dont les racines, prises en valeurs absolues, représentent les longueurs des demi-axes de la section.

79. A cause de $OM = u$ (fig. 29), les coordonnées du point M sont

$$X = ue, \quad Y = uf, \quad Z = ug;$$

donc l'équation (68) équivaut à

$$\frac{a^2X^2}{u^2 - a^2} + \frac{b^2Y^2}{u^2 - b^2} + \frac{c^2Z^2}{u^2 - c^2} = 0. \qquad (61)$$

(*) Elle constitue le *Théorème de Sedley Taylor* (Nouvelles Ann. de mathém., t. XX, p. 115).

80. *Remarques.* — 1° De même, les équations (67) deviennent

$$u^2\mu^2 \sum \frac{a^2X^2}{(u^2-a^2)^2} = 1, \quad \mu^2 \sum \frac{a^4X^2}{(u^2-a^2)^2} = 1.$$

La première somme égale $\frac{v^2}{k^2}$ (62); donc

$$\mu^2 = \frac{k^2}{u^2v^2},$$

et

$$\sum \frac{a^4X^2}{(u^2-a^2)^2} = \frac{u^2v^2}{k^2}. \tag{69}$$

2° Au moyen de cette valeur de μ^2, les formules (66) et (59) deviennent identiques. Il est, comme on le voit, très-facile de calculer les coordonnées des sommets de la section faite, dans l'ellipsoïde s, par un plan diamétral donné.

81. *Troisième méthode.* — Dans la théorie de la lumière (*), on est conduit au problème suivant :

α, β, γ, p *étant quatre paramètres* (**), *satisfaisant aux conditions*

$$\alpha^2 + \beta^2 + \gamma^2 = 1, \tag{70}$$

$$\frac{\alpha^2}{p^2-a^2} + \frac{\beta^2}{p^2-b^2} + \frac{\gamma^2}{p^2-c^2} = 0, \tag{71}$$

trouver l'enveloppe du plan représenté par

$$\alpha X + \beta Y + \gamma Z = p. \tag{72}$$

Différentiant, et appliquant la méthode des multiplicateurs, on déduit, de ces équations :

$$\lambda X + \mu\alpha = \frac{\alpha}{p^2-a^2}, \quad \lambda Y + \mu\beta = \frac{\beta}{p^2-b^2}, \quad \lambda Z + \mu\gamma = \frac{\gamma}{p^2-c^2}, \tag{73}$$

$$\lambda = p \sum \frac{\alpha^2}{(p^2-a^2)^2}.$$

(*) Lamé (*Théorie de l'élasticité*), Sénarmont (*Journ. de l'École polytechnique*, 35e cah.), Frenet (*Exercices d'analyse*). J'ai suivi, à fort peu près, la marche adoptée par le dernier géomètre.

(**) Les lettres α, β, γ n'ont plus, bien entendu, la même signification que précédemment (3). D'après l'équation (72) :

$$\alpha = L, \quad \beta = M, \quad \gamma = N,$$

ainsi qu'on le verra tout à l'heure (82, 1°).

La substitution dans l'équation (72) donne, à cause des relations (70), (71),

$$\lambda p = -\mu.$$

On a ensuite

$$\lambda^2 u^2 = \mu^2 - 2\mu \sum \frac{\alpha^2}{p^2 - a^2} + \sum \frac{\alpha^2}{(p^2 - a^2)^2};$$

c'est-à-dire

$$\lambda^2 u^2 = \mu^2 + \frac{\lambda}{p};$$

puis

$$\lambda = \frac{1}{p(u^2 - p^2)}, \quad \mu = -\frac{1}{u^2 - p^2}.$$

$$X = \frac{u^2 - a^2}{p^2 - a^2} p\alpha, \quad Y = \frac{u^2 - b^2}{p^2 - b^2} p\beta, \quad Z = \frac{u^2 - c^2}{p^2 - c^2} p\gamma. \tag{74}$$

Les équations (73) donnent aussi, après multiplication par X, Y, Z :

$$\lambda u^2 + \mu p = \sum \frac{\alpha X}{p^2 - a^2};$$

d'où résulte

$$\sum \frac{\alpha X}{p^2 - a^2} = \frac{1}{p}. \tag{75}$$

Enfin, la combinaison de cette formule avec les valeurs (74) conduit à

$$\frac{X^2}{u^2 - a^2} + \frac{Y^2}{u^2 - b^2} + \frac{Z^2}{u^2 - c^2} = 1. \tag{65}$$

L'enveloppe du plan mobile est donc la surface des ondes.

82. *Remarques.* — 1° Pour une même valeur attribuée à p, l'équation (71) représente un cône du deuxième degré, et l'équation (72), un plan P, perpendiculaire à la génératrice déterminée par les cosinus α, β, γ, et dont la distance au pôle est p. Ce plan étant tangent à S, on voit que le paramètre p est la variable désignée jusqu'ici par v, et que les paramètres α, β, γ sont égaux, respectivement, à L, M, N. On a donc, au lieu des formules (74) et (75) :

$$X = \frac{u^2 - a^2}{v^2 - a^2} vL, \quad Y = \frac{u^2 - b^2}{v^2 - b^2} vM, \quad Z = \frac{u^2 - c^2}{v^2 - c^2} vN, \tag{76}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{LX}{v^2 - a^2} + \frac{MY}{v^2 - b^2} + \frac{NZ}{v^2 - c^2} \text{ (*)}. \qquad (77)$$

2° Le lieu du point où le plan P coupe la génératrice correspondante est la *conique sphérique* représentée par

$$\frac{X_1^2}{v^2 - a^2} + \frac{Y_1^2}{v^2 - b^2} + \frac{Z_1^2}{v^2 - c^2} = 0, \qquad (78)$$

$$X_1^2 + Y_1^2 + Z_1^2 = v^2. \qquad (79)$$

3° Puisque le plan P touche la surface des ondes, S, au point (X, Y, Z), et qu'il touche la sphère au point (X_1, Y_1, Z_1), ce dernier point appartient à la podaire S_1 de S. En d'autres termes :

Le lieu de la conique sphérique représentée par les équations (78), (79), *est la podaire de la surface des ondes* (**);

4° On peut dire encore que :

Si un plan P *roule en touchant constamment la surface* S *et une sphère concentrique avec* S, *le lieu de ses points de contact avec la sphère est une conique.*

83. L'enveloppe de tous les plans P, relative à une même valeur de v, est une surface développable Σ (***), qui touche S suivant une courbe C dont l'une des équations résulte des formules (76), combinées avec la relation

$$L^2 + M^2 + N^2 = 1.$$

On trouve ainsi :

$$\sum \frac{(v^2 - a^2)^2}{(u^2 - a^2)^2} X^2 = v^2,$$

équation que l'on ramène aisément à la forme plus simple :

$$\frac{X^2}{(u^2 - a^2)^2} + \frac{Y^2}{(u^2 - b^2)^2} + \frac{Z^2}{(u^2 - c^2)^2} = \frac{1}{u^2 - v^2}. \qquad (80)$$

(*) A cause des équations (63) et (76), la formule (77) se réduit à une identité.

(**) On verra, en effet, que l'équation de cette podaire est

$$\sum \frac{X_1^2}{X_1^2 + Y_1^2 + Z_1^2 - a^2} = 0.$$

(***) Les génératrices rectilignes de Σ sont tangentes à la sphère et normales à l'ellipse sphérique. L'arête de rebroussement est donc une *développée* de cette courbe (Leroy, *Analyse appliquée*, p. 301).

La courbe C est donc l'intersection de S avec la surface représentée par la dernière équation : cette surface est du *dixième* degré (*).

84. *Remarque.* — Les conjuguées respectives de la sphère (79), de S et du plan P, sont la même sphère, l'ellipsoïde s et un cylindre de révolution, circonscrit à la sphère, et dont l'axe passe par le pôle. De plus, la conjuguée du cône (78) est le cône *supplémentaire* (23, 4°), représenté par l'équation

$$(v^2 - a^2)x^2 + (v^2 - b^2)y^2 + (v^2 - c^2)z^2 = 0.$$

Conséquemment, *si un cylindre de révolution, circonscrit à une sphère donnée, touche un ellipsoïde concentrique avec la sphère, l'enveloppe de la circonférence de contact entre les deux premières surfaces est une conique sphérique.*

VII. — Systèmes représentant la surface des ondes.

85. Si, dans l'équation (61), on fait disparaître les dénominateurs, elle devient, après suppression du facteur u^2 :

$$(a^2X^2 + b^2Y^2 + c^2Z^2)u^4 - \left[(b^2 + c^2)a^2X^2 + (c^2 + a^2)b^2Y^2 + (a^2 + b^2)c^2Z^2\right] + a^2b^2c^2 = 0, \quad (81)$$

ou

$$Au^4 - Bu^2 + C = 0, \quad (82)$$

en supposant

$$A = \sum a^2e^2, \quad B = \sum (b^2 + c^2)a^2e^2, \quad C = a^2b^2c^2. \quad (83)$$

L'équation (81) est entre les coordonnées rectangulaires X, Y, Z ; l'équation (82), entre les *quatre* coordonnées polaires u, e, f, g.

86. Dans chacune des équations (61) ou (63), u^2 est une abréviation ; donc, en réalité, la surface S est représentée, soit par le système

(*) Si l'on veut chercher l'équation de la développable Σ, on est conduit à éliminer θ^2 entre les relations

$$\sum \frac{(v^2 - a^2)X^2}{(\theta^2 + v^2 - a^2)^2} = 0, \quad \sum \frac{X^2}{\theta^2 + v^2 - a^2} = \frac{u^2 - v^2}{\theta^2} :$$

le calcul paraît laborieux.

$$\left.\begin{aligned}&\frac{a^2X^2}{u^2-a^2}+\frac{b^2Y^2}{u^2-b^2}+\frac{c^2Z^2}{u^2-c^2}=0, &\quad (61)\\ &X^2+Y^2+Z^2=u^2; &\quad (5)\end{aligned}\right\}(A)$$

soit par le système

$$\left.\begin{aligned}&\frac{X^2}{u^2-a^2}+\frac{Y^2}{u^2-b^2}+\frac{Z^2}{u^2-c^2}=1, &\quad (63)\\ &X^2+Y^2+Z^2=u^2. &\quad (5)\end{aligned}\right\}(B)$$

Si l'on attribue au paramètre u une valeur particulière, l'équation (61) représente un cône, et l'équation (63), un ellipsoïde ou un hyperboloïde (*). Donc *la surface des ondes est le lieu de la conique sphérique déterminée par l'un ou l'autre des deux systèmes* (A), (B) (**).

87. De même, si après avoir remplacé l'équation (81) par le système

$$\left.\begin{aligned}&\sum(b^2+c^2-u^2)\,a^2X^2=a^2b^2c^2, &\quad (84)\\ &X^2+Y^2+Z^2=u^2, &\quad (5)\end{aligned}\right\}(C)$$

On regarde u comme un paramètre, l'équation (84) représente une infinité d'ellipsoïdes et d'hyperboloïdes, *différents des premiers;* donc *la surface des ondes est le lieu de la conique sphérique représentée par le système* (C).

88. *Autre système.* — Dans l'équation (81), posons

$$a^2X^2+b^2Y^2+c^2Z^2=abcw; \qquad (85)$$

elle devient

$$abcw\sum X^2-\sum(b^2+c^2)\,a^2X^2+a^2b^2c^2=0;$$

ou, si l'on multiplie par w et que l'on ait égard à la relation (85) :

$$abcw^2\sum X^2-w\sum(b^2+c^2)\,a^2X^2+abc\sum a^2X^2=0.$$

Le coefficient de X^2 est

$$abcw^2-w(b^2+c^2)\,a^2+a^2bc,$$

ou

$$a(bw-ca)(cw-ab);$$

donc

$$\sum a(bw-ca)(cw-ab)\,X^2=0;$$

ou, plus simplement,

$$\frac{aX^2}{aw-bc}+\frac{bY^2}{bw-ca}+\frac{cZ^2}{cw-ab}=0; \qquad (86)$$

(*) Comme, dans la surface des ondes, u a pour valeur maximum a, l'équation (63) ne peut représenter un ellipsoïde : c'est un hyperboloïde à une ou deux nappes. (Note du Rapporteur.)

(**) Ils sont équivalents.

en sorte que la surface est représentée par le système

$$\left.\begin{aligned} a^2X^2 + b^2Y^2 + c^2Z^2 = abcw, \qquad & (85)\\ \frac{aX^2}{aw - bc} + \frac{bY^2}{bw - ca} + \frac{cZ^2}{cw - ab} = 0. \qquad & (86) \end{aligned}\right\} (D)$$

En d'autres termes :

La surface des ondes est le lieu de la conique ellipsoïdique (*) *déterminée par le système* (D).

89. *Valeurs de* X^2, Y^2, Z^2. — Reprenons les équations

$$X^2 + Y^2 + Z^2 = u^2, \qquad (5)$$

$$\frac{X^2}{u^2 - a^2} + \frac{Y^2}{u^2 - b^2} + \frac{Z^2}{u^2 - c} = 1, \qquad (63)$$

$$\frac{X^2}{(u^2 - a^2)^2} + \frac{Y^2}{(u^2 - b^2)^2} + \frac{Z^2}{(u^2 - c^2)^2} = \frac{1}{u^2 - v^2}. \qquad (80)$$

On en conclut, par un calcul inutile à reproduire :

$$\left.\begin{aligned} X^2 &= \frac{\left[-u^2v^2 + (b^2 + c^2)v^2 - b^2c^2\right](u^2 - a^2)^2}{(u^2 - v^2)(c^2 - a^2)(a^2 - b^2)},\\ Y^2 &= \frac{\left[-u^2v^2 + (c^2 + a^2)v^2 - c^2a^2\right](u^2 - b^2)^2}{(u^2 - v^2)(a^2 - b^2)(b^2 - c^2)},\\ Z^2 &= \frac{\left[-u^2v^2 + (a^2 + b^2)v^2 - a^2b^2\right](u^2 - c^2)^2}{(u^2 - v^2)(b^2 - c^2)(c^2 - a^2)}. \end{aligned}\right\} (87)$$

De même, les équations

$$\frac{a^2X^2}{u^2 - a^2} + \frac{b^2Y^2}{u^2 - b^2} + \frac{c^2Z^2}{u^2 - c^2} = 0, \qquad (61)$$

$$a^2X^2 + b^2Y^2 + c^2Z^2 + abcw, \qquad (85)$$

$$\frac{aX^2}{aw - bc} + \frac{bY^2}{bw - ca} + \frac{cZ^2}{cw - ab} = 0 \qquad (86)$$

donnent

$$\left.\begin{aligned} X^2 &= \frac{bc(u^2 - a^2)(aw - bc)}{(c^2 - a^2)(a^2 - b^2)},\\ Y^2 &= \frac{ca(u^2 - b^2)(bw - ca)}{(a^2 - b^2)(b^2 - c^2)},\\ Z^2 &= \frac{ab(u^2 - c^2)(cw - ab)}{(b^2 - c^2)(c^2 - a^2)}. \end{aligned}\right\} (88)$$

(*) C'est-à-dire située sur un ellipsoïde. Ce théorème est dû, paraît-il, à M. Lamé (*Théorie de l'élasticité*, p. 261).

$$\left.\begin{aligned}\frac{a^2X^2}{u^2-a^2}+\frac{b^2Y^2}{u^2-b^2}+\frac{c^2Z^2}{u^2-c^2}=0, \qquad (61)\\ X^2+Y^2+Z^2=u^2; \qquad (5)\end{aligned}\right\}(A)$$

soit par le système

$$\left.\begin{aligned}\frac{X^2}{u^2-a^2}+\frac{Y^2}{u^2-b^2}+\frac{Z^2}{u^2-c^2}=1, \qquad (63)\\ X^2+Y^2+Z^2=u^2. \qquad (5)\end{aligned}\right\}(B)$$

Si l'on attribue au paramètre u une valeur particulière, l'équation (61) représente un cône, et l'équation (63), un ellipsoïde ou un hyperboloïde (*). Donc *la surface des ondes est le lieu de la conique sphérique déterminée par l'un ou l'autre des deux systèmes* (A), (B) (**).

87. De même, si après avoir remplacé l'équation (81) par le système

$$\left.\begin{aligned}\sum(b^2+c^2-u^2)\,a^2X^2=a^2b^2c^2, \qquad (84)\\ X^2+Y^2+Z^2=u^2, \qquad (5)\end{aligned}\right\}(C)$$

On regarde u comme un paramètre, l'équation (84) représente une infinité d'ellipsoïdes et d'hyperboloïdes, *différents des premiers;* donc *la surface des ondes est le lieu de la conique sphérique représentée par le système* (C).

88. *Autre système.* — Dans l'équation (81), posons

$$a^2X^2+b^2Y^2+c^2Z^2=abcw; \qquad (85)$$

elle devient

$$abcw\sum X^2-\sum(b^2+c^2)\,a^2X^2+a^2b^2c^2=0;$$

ou, si l'on multiplie par w et que l'on ait égard à la relation (85) :

$$abcw^2\sum X^2-w\sum(b^2+c^2)\,a^2X^2+abc\sum a^2X^2=0.$$

Le coefficient de X^2 est

$$abcw^2-w(b^2+c^2)\,a^2+a^2bc,$$

ou

$$a(bw-ca)(cw-ab);$$

donc

$$\sum a(bw-ca)(cw-ab)\,X^2=0;$$

ou, plus simplement,

$$\frac{aX^2}{aw-bc}+\frac{bY^2}{bw-ca}+\frac{cZ^2}{cw-ab}=0; \qquad (86)$$

(*) Comme, dans la surface des ondes, u a pour valeur maximum a, l'équation (63) ne peut représenter un ellipsoïde : c'est un hyperboloïde à une ou deux nappes. (Note du Rapporteur.)

(**) Ils sont équivalents.

en sorte que la surface est représentée par le système

$$a^2X^2 + b^2Y^2 + c^2Z^2 = abcw, \quad (8$$

$$\frac{aX^2}{aw - bc} + \frac{bY^2}{bw - ca} + \frac{cZ^2}{cw - ab} = 0. \quad (8$$

En d'autres termes :

La surface des ondes est le lieu de la conique ellipsoïdique (*) *déte par le système* (D).

89. *Valeurs de* X^2, Y^2, Z^2. — Reprenons les équations

$$X^2 + Y^2 + Z^2 = u^2,$$

$$\frac{X^2}{u^2 - a^2} + \frac{Y^2}{u^2 - b^2} + \frac{Z^2}{u^2 - c} = 1,$$

$$\frac{X^2}{(u^2 - a^2)^2} + \frac{Y^2}{(u^2 - b^2)^2} + \frac{Z^2}{(u^2 - c^2)^2} = \frac{1}{u^2 - v^2}.$$

On en conclut, par un calcul inutile à reproduire :

$$X^2 = \frac{\left[-u^2v^2 + (b^2 + c^2)v^2 - b^2c^2\right](u^2 - a^2)^2}{(u^2 - v^2)(c^2 - a^2)(a^2 - b^2)},$$

$$Y^2 = \frac{\left[-u^2v^2 + (c^2 + a^2)v^2 - c^2a^2\right](u^2 - b^2)^2}{(u^2 - v^2)(a^2 - b^2)(b^2 - c^2)},$$

$$Z^2 = \frac{\left[-u^2v^2 + (a^2 + b^2)v^2 - a^2b^2\right](u^2 - c^2)^2}{(u^2 - v^2)(b^2 - c^2)(c^2 - a^2)}.$$

De même, les équations

$$\frac{a^2X^2}{u^2 - a^2} + \frac{b^2Y^2}{u^2 - b^2} + \frac{c^2Z^2}{u^2 - c^2} = 0,$$

$$a^2X^2 + b^2Y^2 + c^2Z^2 + abcw,$$

$$\frac{aX^2}{aw - bc} + \frac{bY^2}{bw - ca} + \frac{cZ^2}{cw - ab} = 0$$

donnent

$$X^2 = \frac{bc(u^2 - a^2)(aw - bc)}{(c^2 - a^2)(a^2 - b^2)},$$

$$Y^2 = \frac{ca(u^2 - b^2)(bw - ca)}{(a^2 - b^2)(b^2 - c^2)},$$

$$Z^2 = \frac{ab(u^2 - c^2)(cw - ab)}{(b^2 - c^2)(c^2 - a^2)}.$$

(*) C'est-à-dire située sur un ellipsoïde. Ce théorème est dû, paraît-il, à M. Lamé (*de l'élasticité*, p. 261).

Ainsi, les coordonnées d'un point quelconque M s'expriment facilement, soit en fonction des paramètres u, v, soit en fonction des paramètres u, w.

90. *Relation entre* u, v, w. — Un point quelconque de la surface des ondes étant déterminé par deux des paramètres u, v, w, il est évident qu'il existe, entre ces trois quantités, une équation de condition. Pour la découvrir, il suffit, par exemple, d'égaler les deux valeurs de X^2 (87), (88). On trouve ainsi

$$abc(u^2 - v^2)\,w = -u^4v^2 + u^2v^2\sum a^2 - v^2\sum b^2c^2 + a^2b^2c^2, \tag{89}$$

relation que l'on peut mettre sous la forme

$$\frac{v^2}{u^2 - v^2} = \frac{abc(abc - u^2w)}{(u^2 - a^2)(u^2 - b^2)(u^2 - c^2)}. \tag{90}$$

91. *Remarque.* — Si l'on substituait, dans les formules (88), les valeurs de u^2 tirées de l'avant-dernière équation, on exprimerait X^2, Y^2, Z^2 en fonction de v et de w. Ces nouvelles valeurs seraient beaucoup plus compliquées que les premières.

VIII. — Surfaces auxiliaires.

92. Appliquant, à la surface des ondes et à l'ellipsoïde conjugué, les théorèmes et les calculs indiqués dans le Chapitre IV, nous allons former, successivement, les équations des podaires de ces surfaces, les équations de leurs réciproques, etc.

93. *Podaire de l'ellipsoïde.* — Si l'on élimine x, y, z entre les équations

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1, \tag{s}$$

$$\frac{xx_1}{a^2} + \frac{yy_1}{b^2} + \frac{zz_1}{c^2} = 1, \qquad \frac{x}{a^2x_1} = \frac{y}{b^2y_1} = \frac{z}{c^2z_1},$$

on trouve immédiatement, comme l'on sait,

$$a^2x_1^2 + b^2y_1^2 + c^2z_1^2 = (x_1^2 + y_1^2 + z_1^2)^2. \tag{s_1}$$

Cette équation représente la *surface d'élasticité*, podaire de l'ellipsoïde s.

94. *Podaire de la surface des ondes.* — Cette podaire est la conjuguée de la surface d'élasticité (58). Pour en trouver l'équation, posons

$$x_1^2 + y_1^2 + z_1^2 = u_1^2,$$

et représentons par l_1, m_1, n_1, les cosinus qui déterminent la normale au point (x_1, y_1, z_1). Nous aurons d'abord, par l'équation (s_1) :

$$\frac{l_1}{(2u_1^2 - a^2)x_1} = \frac{m_1}{(2u_1^2 - b^2)y_1} = \frac{n_1}{(2u_1^2 - c^2)z_1}.$$

Chacun de ces rapports égale

$$\frac{1}{\sqrt{4u_1^4\sum x_1^2 - 4u_1^2\sum a^2x_1^2 + \sum a^4x_1^2}} = \frac{1}{\sqrt{\sum a^4x_1^2}},$$

à cause de (s_1). De plus,

$$v_1 = l_1x_1 + m_1y_1 + n_1z_1 = \frac{1}{\sqrt{\sum a^4x_1^2}}\sum(2u_1^2 - a^2)x_1^2 = \frac{u_1^4}{\sqrt{\sum a^4x_1^2}}.$$

Au moyen de ces valeurs, les proportions

$$\frac{X_1}{v_1x_1 - l_1u_1^2} = \frac{Y_1}{v_1y_1 - m_1u_1^2} = \frac{Z_1}{v_1z_1 - n_1u_1^2} \qquad (9)$$

deviennent

$$\frac{X_1}{(a^2 - u_1^2)x_1} = \frac{Y_1}{(b^2 - u_1^2)y_1} = \frac{Z_1}{(c^2 - u_1^2)z_1}.$$

On conclut de celles-ci, par l'équation (s_1) :

$$\frac{x_1^2}{\left(\frac{X_1}{a^2 - u_1^2}\right)^2} = \frac{y_1^2}{\left(\frac{Y_1}{b^2 - u_1^2}\right)^2} = \frac{z_1^2}{\left(\frac{Z_1}{c^2 - u_1^2}\right)^2} = \frac{u_1^2}{\sum\left(\frac{X_1}{a^2 - u_1^2}\right)^2} = \frac{u_1^4}{\sum\left(\frac{aX_1}{a^2 - u_1^2}\right)^2}.$$

L'équation demandée est donc

$$u_1^2\sum\frac{X_1^2}{(a^2 - u_1^2)^2} = \sum\frac{a^2X_1^2}{(a^2 - u_1^2)^2};$$

ou, plus simplement,

$$\frac{X_1^2}{u_1^2 - a^2} + \frac{Y_1^2}{u_1^2 - b^2} + \frac{Z_1^2}{u_1^2 - c^2} = 0. \qquad (S_1)\,(*)$$

(*) Celle-ci a déjà été obtenue (82, 5°). La surface S_1 se rencontre dans la théorie de la double réfraction. M. Mac-Cullagh lui a donné le nom de *Surface des indices* (Journal de Liouville, t. VII, p. 225).

95. *Remarque.* — Si l'on rapproche cette équation de celle qui représente la surface des ondes, S :

$$\frac{X^2}{u^2-a^2}+\frac{Y^2}{u^2-b^2}+\frac{Z^2}{u^2-c^2}=1, \qquad (S)$$

il semble, à cause de l'incompatibilité apparente, que S et S_1 n'ont aucun point commun. D'un autre côté, l'ellipsoïde *s* et sa podaire s_1 ont les mêmes sommets; donc il en doit être de même pour les surface S, S_1, conjuguées des premières. On résout cette difficulté en observant que les équations (S), (S_1) cessent d'être contradictoires si les termes correspondants des premiers membres prennent la forme $\frac{0}{0}$, c'est-à-dire si l'on a, par exemple,

$$X = X_1 = 0, \quad u = u_1 = a.$$

En résumé, les surfaces S, S_1 se touchent en leurs *douze* sommets (*).

96. *Surface réciproque de l'ellipsoïde* s. — Les formules (40), appliquées à l'équation (*s*), donnent immédiatement

$$\frac{x'^2}{a^2}+\frac{y'^2}{b^2}+\frac{z'^2}{c^2}=\frac{u'^4}{\rho^4};$$

ou, si l'on fait

$$a=\frac{\rho^2}{a'}, \quad b=\frac{\rho^2}{b'}, \quad c=\frac{\rho^2}{c'}: \qquad (91)$$

$$a'^2x'^2+b'^2y'^2+c'^2z'^2=(x'^2+y'^2+z'^2)^2. \qquad (s')$$

La surface s', *réciproque de l'ellipsoïde* s, *est* donc *une surface d'élasticité, podaire de l'ellipsoïde* σ *dont les demi-axes sont* a', b', c'. De plus, *les deux ellipsoïdes sont polaires réciproques relativement à la sphère directrice* (67).

97. *Surface réciproque de la surface des ondes.* — Les formules (40), appliquées à l'équation.

$$\frac{a^2X^2}{u^2-a^2}+\frac{b^2Y^2}{u^2-b^2}+\frac{c^2Z^2}{u^2-c^2}=0, \qquad (S)$$

la transforment en

$$\frac{X'^2}{u'^2-a'^2}+\frac{Y'^2}{u'^2-b'^2}+\frac{Z'^2}{u'^2-c'^2}=0. \qquad (S')$$

Comparant celle-ci à l'équation (S_1), on reconnait que *la surface* S', *réciproque de* S, *est la podaire de la surface des ondes* Σ, *dont les demi-axes sont*

(*) Voir plus loin.

a′, b′, c′, ce qui devait être (94). De plus, *les surfaces* S, Σ *sont polaires réciproques relativement à la sphère* ρ (67) (*). Enfin, *les surfaces* S′, Σ sont conjuguées respectives des surfaces *s*′, σ (57).

98. *Résumé.* — Je reproduis ici les équations des huit surfaces dont il vient d'être question.

Premier ellipsoïde :

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}=1. \qquad (s)$$

Second ellipsoïde (**) :

$$\frac{\xi^2}{a'^2}+\frac{\eta^2}{b'^2}+\frac{\zeta^2}{c'^2}=1. \qquad (\sigma)$$

Première surface d'élasticité :

$$a^2x_1^2+b^2y_1^2+c^2z_1^2=(x_1^2+y_1^2+z_1^2)^2. \qquad (s_1)$$

Seconde surface d'élasticité :

$$a'^2x'^2+b'^2y'^2+c'^2z'^2=(x'^2+y'^2+z'^2)^2. \qquad (s')$$

Première surface des ondes :

$$\frac{a^2X^2}{u^2-a^2}+\frac{b^2Y^2}{u^2-b^2}+\frac{c^2Z^2}{u^2-c^2}=0. \qquad (S)$$

Seconde surface des ondes :

$$\frac{a'^2\Xi^2}{v^2-a'^2}+\frac{b'^2H^2}{v^2-b'^2}+\frac{c'^2Z^2}{v^2-c'^2}=0. \qquad (\Sigma)$$

Première surface des indices (*) :

$$\frac{X_1^2}{u_1^2-a^2}+\frac{Y^2}{u_1^2-b^2}+\frac{Z_1^2}{u_1^2-c_1}=0. \qquad (S_1)$$

Seconde surface des indices (*) :

$$\frac{X'^2}{u'^2-a'^2}+\frac{Y'^2}{u'^2-b^2}+\frac{Z'^2}{u'^2-c'^2}=0. \qquad (S')$$

99. *Suite.* — 1° *Les quatre dernières surfaces sont, respectivement, conjuguées des quatre premières ;*

(*) La *surface des indices*, de Mac-Cullagh, est la polaire réciproque de la surface des ondes, S, relativement à la sphère ρ : c'est la surface Σ (note du Rapporteur).

(**) C'est ainsi que les désigne Plücker.

2° *Les surfaces d'élasticité*, s_1, s', *sont, respectivement, réciproques des ellipsoïdes* σ, s;

3° *Les surfaces des indices*, S_1, S' *sont, respectivement, réciproques des surfaces des ondes*, Σ, S (*);

4° *Les surfaces* s_1, s', S_1, S' *sont, respectivement, podaires des surfaces* s, σ, S, Σ;

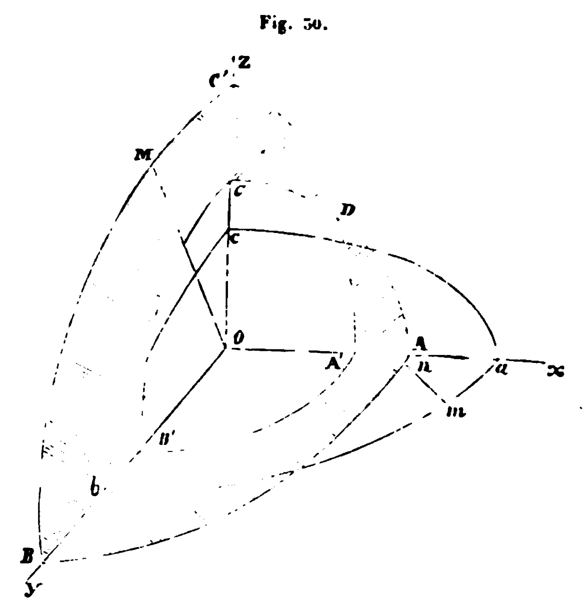
5° *Les ellipsoïdes* s, σ *sont polaires réciproques, relativement à la sphère* ρ;

6° *Les surfaces des ondes*, S, Σ, *sont polaires réciproques, relativement à la même sphère.*

IX. — Discussion de la surface des ondes.

100. *Sections principales.* — Soient ab, bc, ca (fig. 30) les sections principales de l'ellipsoïde s. La normale mn à cette surface, en un point quelconque de ab, étant contenue dans le plan xOy, il en résulte que le point correspondant à m s'obtiendrait en faisant exécuter à m un quart de révolution autour de Oz. Donc la section faite dans S, par le plan xOy, se compose d'abord de l'ellipse AB, égale à ab, et telle, que

Fig. 30.



$$OA = Ob = b, \quad OB = Oa = a.$$

De même, si l'on prend

$$OA' = OC = c, \quad OC' = a, \quad OC = b, \quad OB' = c,$$

(*) Il faut bien remarquer que l'*ordre de correspondance* est celui-ci :

$$s, s'; \quad \sigma, s_1; \quad S, S'; \quad \Sigma, S_1.$$

on aura les ellipses A'C', B'C suivant lesquelles la surface est coupée par les deux autres plans coordonnés.

Si le point m vient en a, la normale mn se confond avec aO, et le *plan normal* Omn n'est plus déterminé : l'extrémité M du rayon vecteur OM, égal et perpendiculaire à Oa, décrit la circonférence BC', situé dans le plan yOz. De même, les deux autres plans coordonnés coupent la surface des ondes suivant les circonférences A'B', CA.

Si l'on suppose $a > b > c$: 1° la circonférence A'B' est *intérieure* à l'ellipse AB; 2° la circonférence BC' est *extérieure* à l'ellipse B'C; 3° la circonférence AC et l'ellipse A'C' se coupent en un point D (*).

En A et en A', le rayon vecteur est normal à la surface; donc ces points sont des sommets. De même pour B, B', C, C' et pour les six autres points symétriques de ceux-ci à l'égard du pôle. *La surface des ondes a* donc *douze sommets.*

101. *Remarque.* — Le rayon OM est normal en M; donc *tous les points de la circonférence* BC' *pourraient être regardés comme des sommets.* De même pour les deux autres sections circulaires AC, A'B'. Les circonférences BC', AC, A'B' sont, par rapport à S, ce qu'est l'*équateur* relativement à une surface de révolution.

102. *Nappes.* — D'après le deuxième mode de génération de la surface (77), tout rayon vecteur la rencontre en quatre points, symétriques deux à deux à l'égard du pôle. Il n'y a d'exception que si ce rayon est perpendiculaire à une section circulaire de l'ellipsoïde s. *La surface des ondes se compose* donc *de deux nappes, lesquelles se coupent en quatre points, situés dans le plan de la section circulaire moyenne* : l'un de ces points est D (*fig.* 30).

103. *Points coniques.* — Les points dont il vient d'être question sont bien remarquables : *chacun est le sommet d'un cône tangent* (46). En effet, le point D, par exemple, correspond à une section circulaire de l'ellipsoïde, dont le plan est perpendiculaire à OD.

On sait que les sections circulaires de l'ellipsoïde sont représentées par

$$\frac{z}{x} = \pm \frac{c}{a}\sqrt{\frac{a^2 - b^2}{b^2 - c^2}}, \qquad x^2 + y^2 + z^2 = b^2;$$

(*) Il y a, évidemment, trois autres points d'intersection, non représentés sur la figure.

donc les équations des *points coniques* sont

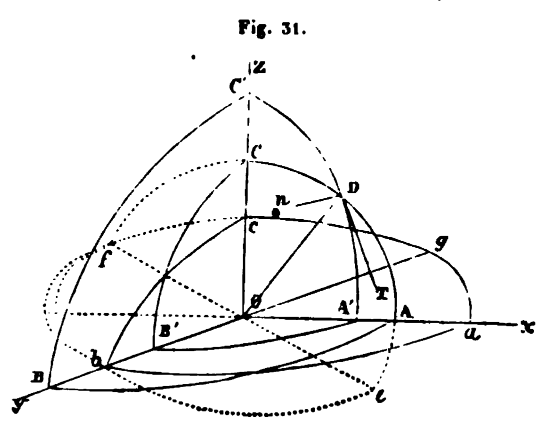
$$Y=0,\quad \frac{Z}{X}=\mp\frac{a}{c}\sqrt{\frac{b^2-c^2}{a^2-b^2}},\quad X^2+Z^2=b^2;$$

ou encore

$$Y=0,\quad \frac{X^2}{c^2}+\frac{Z^2}{a^2}=1,\quad X^2+Z^2=b^2.$$

104. *Cône normal.* — Soit *fbe* une section circulaire de l'ellipsoïde *s* (fig. 31), et soit O*g* le diamètre conjugué à cette section (*). Le cylindre circonscrit à *s*, suivant *fbe*, a ses génératrices parallèles à O*g*; donc les normales à *s*, en tous les points de *fbe*, sont parallèles à un plan *p*, perpendiculaire à O*g*. D'ailleurs ces normales rencontrent l'*axe* OD du cercle *fbe*. Conséquemment :

Fig. 31.

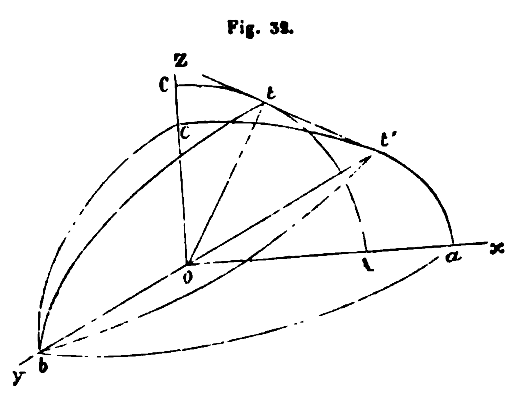


1° *Le lieu des normales à un ellipsoïde, en tous les points d'une section circulaire, est un conoïde;*

2° *Le lieu des normales en* D, *à la surface des ondes, est un cône du deuxième degré* (47);

3° *Les génératrices principales de ce cône sont le rayon* OD *et la normale* D*n* (**) *à l'ellipse* A'C';

Fig. 32.



4° *Les plans perpendiculaires à l'une ou à l'autre de ces deux droites coupent le cône suivant des circonférences* (47).

105. *Cercles de contact* (***). — Dans le plan de la section principale *ac* (fig. 32), décrivons, comme précé-

(*) Le point *g* est un *ombilic*.

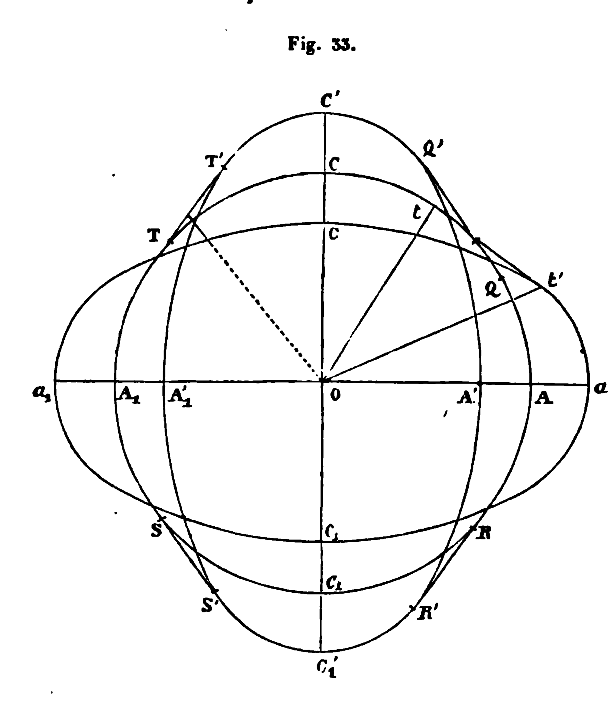
(**) Il est visible que D*n* est parallèle à O*g*.

(***) Dénomination proposée par M. Lamé (*Théorie de l'élasticité*, p. 258).

demment (100), la circonférence AC. Soit *tt'* une tangente commune à ces deux lignes. Il est facile de voir que le cylindre de révolution ayant pour section droite la circonférence *b*O*t*, touche l'ellipsoïde suivant l'ellipse *b*O*t'*. Nous rentrons donc dans un cas examiné antérieurement (52); et, en conséquence : *Un plan parallèle au plan* bOt, *mené à la distance* b *de celui-ci, touche* S *suivant une circonférence qui rencontre la parallèle à* tt', *menée par le pôle. De plus, le diamètre de cette circonférence égale* tt'.

106. *Remarque.* — Si l'on fait effectuer un quart de révolution à la tangente *tt'* (fig. 33), cette ligne devient TT', tangente commune à l'ellipse $C'A'C'_1A'_1$ et à la circonférence CAC_1A_1 : le cercle décrit sur TT' comme diamètre, dans le plan perpendiculaire à celui de la figure, est l'un des *cercles de contact*. Les autres sont projetés en SS', R'R, QQ'.

Fig. 33.



107. *Forme de la surface.* — Elle résulte clairement de la discussion précédente. « Les deux » nappes n'ont d'autres points » communs que les quatre ombi- » lics (*). Si on les détachait en » ces points, la nappe externe ou » enveloppante figurerait une sorte de *coussin* ayant pour section moyenne » l'ellipse AOB (fig. 30), et quatre coins rentrants; tandis que la nappe » interne ou enveloppée présenterait la forme d'une *outre* ayant pour section » moyenne le cercle de rayon *c*, et quatre nœuds en saillie. Pour l'œil placé » au loin sur l'axe des *y*, le contour apparent externe est une sorte d'octo- » gone ayant quatre côtés linéaires (**) et non adjacents, réunis ou séparés » par deux arcs de cercle et par deux arcs d'ellipse auxquels ils sont tan-

(*) Les *ombilics* sont les *points coniques*.

(**) C'est-à-dire *rectilignes*.

» gents (fig. 33); tandis que le contour apparent de la nappe interne est un » quadrilatère convexe, à côtés courbes, deux circulaires et deux elliptiques, » formant angles aux quatre sommets. Les contours des mêmes nappes, pour » l'œil placé au loin sur l'axe des z ou sur l'axe des x, ne présentent aucune » discontinuité du même genre; ils sont ou complétement circulaires, ou com- » plétement elliptiques (*). »

108. *Points situés sur un même rayon.* — D'après l'équation (82), si u_1, u_2 sont les longueurs de deux rayons vecteurs ayant même direction,

$$Au_1^2u_2^2 = C;$$

ou

$$u_1^2u_2^2\sum a^2e^2 = a^2b^2c^2.$$

Mais

$$u_1^2\sum a^2e^2 = \sum a^2X_1^2 = abcw_1, \qquad u_2^2\sum a^2e^2 = abcw^2;$$

donc

$$u_2^2w_1 = abc, \quad u_1^2w_2 = abc. \tag{92}$$

109. *Coniques sphériques et coniques ellipsoïdiques.* — Reprenons les systèmes (A), (D) qui représentent, chacun, la surface des ondes; savoir :

$$\left.\begin{aligned} &\frac{a^2X^2}{u^2-a^2}+\frac{b^2Y^2}{u^2-b^2}+\frac{c^2Z^2}{u^2-c^2}=0, &(61)\\ &X^2+Y^2+Z^2=u^2; &(5)\end{aligned}\right\}\ (A)$$

$$\left.\begin{aligned} &a^2X^2+b^2Y^2+c^2Z^2=abcw, &(85)\\ &\frac{aX^2}{aw-bc}+\frac{bY^2}{bw-ca}+\frac{cZ^2}{cw-ab}=0. &(86)\end{aligned}\right\}\ (D)$$

Il est facile de vérifier que les cônes C, C_1, représentés par les équations (61), (86), sont orthogonaux. En effet, la condition d'*orthogonalité* est

$$\sum\frac{a^2X^2}{(u^2-a^2)(aw-bc)}=0.$$

Mais (89)

$$\frac{X^2}{(u^2-a^2)(aw-bc)}=\frac{bc(b^2-c^2)}{P};$$

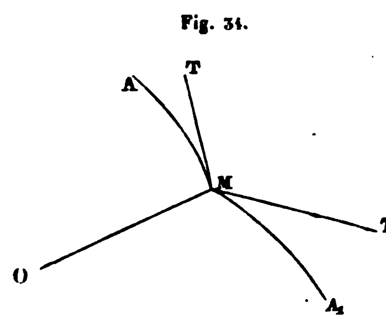
donc l'égalité précédente se réduit à l'identité

$$\sum a^2(b^2-c^2)=0.$$

(*) Lamé, *Théorie de l'élasticité*, p. 261.

110. OM (fig. 34) étant la génératrice commune à C et C_1, soient MA, MA_1 les intersections de ces cônes avec la surface, MA étant la conique *sphérique;* et soient MT, MT_1 les tangentes correspondantes. On vient de voir que les *plans tangents* OMT, OMT_1 sont perpendiculaires entre eux. D'ailleurs la tangente MT, à la courbe sphérique, est perpendiculaire au rayon OM; donc, d'après un théorème connu, MT est perpendiculaire à MT_1. Autrement dit, *les coniques* c, c_1, *déterminées, sur la surface des ondes, par les cônes* C, C_1, *sont orthogonales* (*).

Fig. 34.



111. Si, dans les équations (61), (86), les paramètres *u, w,* au lieu d'être arbitraires, satisfont à la relation

$$u^2 w = abc,$$

ces équations rentrent l'une dans l'autre, et *les cônes* C, C_1 *coïncident*. Par suite, d'après les équations (92) qui donnent $w_2 = const.$ si $u_1 = const.$, $w_1 = const.$ si $u_2 = const.$:

Tout cône, qui coupe une des deux nappes suivant une courbe sphérique, coupe l'autre nappe suivant une courbe ellipsoïdique (**).

112. *Cônes supplémentaires.* — Les cônes supplémentaires de C, C_1 sont représentés par

$$\frac{u^2 - a^2}{a^2} X^2 + \frac{u^2 - b^2}{b^2} Y^2 + \frac{u^2 - c^2}{c^2} Z^2 = 0, \qquad (93)$$

$$\frac{aw - bc}{a} X^2 + \frac{bw - ca}{b} Y^2 + \frac{cw - ab}{c} Z^2 = 0. \qquad (94)$$

La première équation, combinée avec

$$\frac{X^2}{a^2} + \frac{Y^2}{b^2} + \frac{Z^2}{c^2} = 1,$$

conduit à

$$X^2 + Y^2 + Z^2 = u^2.$$

L'équation (94) donne, pareillement,

$$X^2 + Y^2 + Z^2 = \frac{abc}{w}.$$

(*) *Théorie de l'élasticité*, p. 264.
(**) *Idem*, p. 265.

Ainsi, en ayant égard au dernier théorème (111), on peut dire que:

Si un cône coupe la surface des ondes, S, *suivant une courbe sphérique. le cône supplémentaire coupe l'ellipsoïde* s *suivant une courbe sphérique;* ou, ce qui est équivalent:

La surface des ondes est le lieu des coniques sphériques supplémentaires des coniques sphériques tracées sur la surface de l'ellipsoïde (*).

113. *Points conjugués.* — La surface des ondes jouit d'une propriété bien remarquable: *elle est sa propre polaire réciproque, relativement à l'ellipsoïde* e *représenté par*

$$\frac{x^2}{bc}+\frac{y^2}{ca}+\frac{z^2}{ab}=1. \tag{95}$$

Si, d'un point M de la surface S, dont les coordonnées sont X, Y, Z, on mène des plans tangents à l'ellipsoïde, le plan P de la courbe de contact a pour équation

$$\frac{XX'}{bc}+\frac{YY'}{ca}+\frac{ZZ'}{ab}=1. \tag{96}$$

Quand le point M parcourt S, le plan P enveloppe une surface S'; à chaque point M, correspond un point M' de S': M et M' sont dits *conjugués* (**). Il s'agit de trouver les valeurs des coordonnées X', Y', Z' de M', et de vérifier ensuite que ces valeurs satisfont à l'équation de S (***).

En partant de l'équation (96), jointe à

$$\frac{a^2X^2}{u^2-a^2}+\frac{b^2Y^2}{u^2-b^2}+\frac{c^2Z^2}{u^2-c^2}=0, \tag{S}$$

et en effectuant le calcul ordinaire (78), on trouve d'abord

$$\lambda\frac{X'}{bc}=\left[\frac{a^2}{a^2-u^2}+\sum\frac{a^2X^2}{(a^2-u^2)^2}\right]X,$$

et deux autres équations de même forme. Or

$$\sum\frac{a^2X^2}{(a^2-u^2)^2}=\frac{r^2}{k^2}; \tag{62}$$

(*) Durrande, *Nouvelles Annales de mathématiques*, t. XXII, p. 200. Le théorème que nous venons de démontrer par le calcul est, du reste, une conséquence évidente de la propriété des cônes supplémentaires (23, 4°).

(**) Le mot *conjugué* n'a plus, on le voit, la signification que nous lui avons attribuée jusqu'à présent. Il en est de même des notations.

(***) Cette marche, moins naturelle que celle qu'a suivie M. Lamé, me paraît, cependant, plus simple que celle-ci.

donc

$$\lambda\frac{X'}{bc}=\frac{(a^2-v^2)u^2}{(a^2-u^2)k^2}X,\quad \lambda\frac{Y'}{ca}=\frac{(b^2-v^2)u^2}{(b^2-u^2)k^2}Y,\quad \lambda\frac{Z'}{ab}=\frac{(c^2-v^2)u^2}{(c^2-u^2)k^2}Z;$$

puis, à cause de la relation (96):

$$\lambda=\frac{u^2v^2}{k^2};$$

et, par conséquent,

$$X'=\frac{(a^2-v^2)bc}{(a^2-u^2)v^2}X,\quad Y'=\frac{(b^2-v^2)ca}{(b^2-u^2)v^2}Y,\quad Z'=\frac{(c^2-v^2)ab}{(c^2-u^2)v^2}Z. \tag{97}$$

Nous avons trouvé (89)

$$X^2=\frac{\left[-u^2v^2+(b^2+c^2)v^2-b^2c^2\right](u^2-a^2)^2}{(u^2-v^2)(c^2-a^2)(a^2-b^2)};$$

donc, en particulier,

$$X'^2=-\frac{(a^2-v^2)^2b^2c^2\left[(b^2-v^2)(c^2-v^2)+k^2v^2\right]}{k^2v^4(c^2-a^2)(a^2-b^2)}. \tag{98}$$

De là résulte, par un calcul simple,

$$\sum X'^2=-\frac{1}{k^2v^2}\left[(a^2-v^2)(b^2-v^2)(c^2-v^2)-k^2v^4\right], \tag{99}$$

puis

$$\frac{a^2X'^2}{-a^2+\sum X'^2}=\frac{a^2b^2c^2(b^2-c^2)(a^2-v^2)}{P};$$

puis enfin

$$\sum\frac{a^2X'^2}{-a^2+\sum X'^2}=0.$$

Ainsi, *le point* M′ *est sur la surface* S. C'est ce qu'il fallait démontrer.

114. *Relations entre les points conjugués.* — 1° Si l'on représente par u' la valeur de u relative au point M′, on peut écrire ainsi l'équation (99):

$$k^2v^2(v^2-u'^2)=(a^2-v^2)(b^2-v^2)(c^2-v^2); \tag{100}$$

d'où, en changeant M en M′ et M′ en M:

$$k'^2v'^2(v'^2-u^2)=(a^2-v'^2)(b^2-v'^2)(c^2-v'^2). \tag{101}$$

2° La même transformation, effectuée sur la première des formules (97), conduit à

$$(a^2-u^2)(a^2-u'^2)v^2v'^2=b^2c^2(a^2-v^2)(a^2-v'^2), \tag{102}$$

ou

$$a^4v^2v'^2-a^2(a^2+u'^2)v^2v'^2+u^2u'^2v^2v'^2=a^4b^2c^2-a^2b^2c^2(v^2+v'^2)+b^2c^2v^2v'^2.$$

Cette égalité donne, par une permutation tournante,

$$b^4v^2v'^2 - b^2(u^2 + u'^2)v^2v'^2 + u^2u'^2v^2v'^2 = a^2b^4c^2 - a^2b^2c^2(v^2 + v'^2) + c^2a^2v^2v'^2.$$

Retranchant membre à membre, et supprimant le facteur a^2-b^2, on trouve

$$(a^2 + b^2 + c^2 - u^2 - u'^2)v^2v'^2 = a^2b^2c^2. \qquad (103)$$

3° L'élimination de $a^2b^2c^2$, entre cette nouvelle relation et l'une ou l'autre des deux précédentes, donne encore

$$(b^2c^2 + c^2a^2 + a^2b^2 - u^2u'^2)v^2v'^2 = a^2b^2c^2(v^2 + v'^2). \qquad (104)$$

4° On tire, des deux dernières équations :

$$v^2k^2u'^2 = (b^2c^2 + c^2a^2 + a^2b^2)v^2 + (u^2 - a^2 - b^2 - c^2)v^4 - a^2b^2c^2, \qquad (105)$$

$$\left[(a^2 + b^2 + c^2 - u^2)u^2v^2 - (b^2c^2 + c^2a^2 + a^2b^2)v^2 + a^2b^2c^2\right]v'^2 = a^2b^2c^2k^2. \qquad (106)$$

5° Pour simplifier ces égalités, employons la relation entre les paramètres u, v, w :

$$abck^2w = -u^4v^2 + u^2v^2\sum a^2 - v^2\sum b^2c^2 + a^2b^2c^2. \qquad (89)$$

Il en résulte :

$$(a^2 + b^2 + c^2 - u^2 - u'^2)v^2 = abc\,w, \qquad (107)$$

$$v'^2w = abc; \qquad (108)$$

puis, par un changement de lettres :

$$(a^2 + b^2 + c^2 - u^2 - u'^2)v'^2 = abc\,w', \qquad (109)$$

$$v^2w' = abc. \qquad (110)$$

6° On tire encore, des équations (104), (107), (108) et (109):

$$a^2 + b^2 + c^2 - u^2 - u'^2 = ww', \qquad (111)$$

$$b^2c^2 + c^2a^2 + a^2b^2 - u^2u'^2 = abc(w + w'). \qquad (112)$$

7° Au moyen de la valeur de v^2 (110), les relations (89) et (100) deviennent :

$$(a^2 - u^2)(b^2 - u^2)(c^2 - u^2) = (abc - u^2w)(abc - u^2w'), \qquad (113)$$

$$(a^2 - v^2)(b^2 - v^2)(c^2 - v^2)w'^2 = -abc(abc - u^2w')(abc - u'^2w'). \qquad (114)$$

115. *Suite.* — 1° Si l'on fait, pour abréger,

$$\varphi(u^2) = (a^2 - u^2)(b^2 - u^2)(c^2 - u^2), \qquad (115)$$

on a, au lieu des deux dernières équations :

$$\varphi(u^2) = (abc - u^2w)(abc - u^2w'), \qquad (116)$$

$$\varphi(v^2) = -\frac{abc}{w'^2}(abc - u^2w')(abc - u'^2w'); \qquad (117)$$

et, par une permutation,

$$\varphi(u'^2) = (abc - u'^2 w')(abc - u'^2 w), \tag{118}$$

$$\varphi(v'^2) = -\frac{abc}{w^2}(abc - u'^2 w)(abc - u^2 w). \tag{119}$$

2° Il résulte, de celles-ci :

$$\frac{\varphi(u^2)\varphi(u'^2)}{\varphi(v^2)\varphi(v'^2)} = \frac{w^2 w'^2}{a^2 b^2 c^2}. \tag{120}$$

3° On tire, des formules (97) et (87),

$$\sum a\mathrm{XX}' = -\frac{abc}{\mathrm{P}v^2k^2}\sum\left[(b^2 - v^2)(c^2 - v^2) + k^2v^2\right](a^2 - u^2)(a^2 - v^2)(b^2 - c^2).$$

La somme indiquée dans le second membre se décompose en

$$\varphi(v^2)\sum(a^2 - u^2)(b^2 - c^2) + k^2v^2\sum(a^2 - u^2)(a^2 - v^2)(b^2 - c^2).$$

Donc, en négligeant les sommes nulles,

$$\sum a\mathrm{XX}' = abc \text{ (*)}. \tag{121}$$

4° On trouve, avec la même facilité,

$$\sum bc\mathrm{XX}' = u^2u'^2 \text{ (**)}, \tag{122}$$

$$\sum a^2\mathrm{XX}' = abcww' \text{ (**)}. \tag{123}$$

(*) *Théorie de l'élasticité*, p. 251. Le calcul ci-dessus n'est qu'une vérification : le point M', appartenant au plan polaire de M, on doit trouver (113)

$$\sum \frac{\mathrm{XX}'}{bc} = 1,$$

ou

$$\sum a\mathrm{XX}' = abc.$$

Ce n'est pas tout : la distance du pôle à ce plan est donnée par la formule

$$v' = \frac{abc}{\sqrt{a^2\mathrm{X}^2 + b^2\mathrm{Y}^2 + c^2\mathrm{Z}^2}}.$$

A cause de (85), le second membre égale $\sqrt{\frac{abc}{w}}$; donc

$$v'^2 w = abc. \tag{108}$$

On voit que cette relation très-simple pouvait être obtenue sans calcul.

(**) *Théorie de l'élasticité*, p. 251.

116. *Coordonnées des points conjugués.* — Les relations précédentes, qui nous serviront dans une suite à ce mémoire, peuvent être employées, dès à présent, à simplifier les formules (97), (98).

Celle-ci peut d'abord être écrite sous cette forme :

$$X'^2 = -\frac{(a^2 - v^2)b^2c^2\left[\varphi(v^2) + k^2v^2(a^2 - v^2)\right]}{k^2v^4(c^2 - a^2)(a^2 - b^2)}.$$

Mais, à cause de la relation (100) :

$$\varphi(v^2) + k^2v^2(a^2 - v^2) = k^2v^2(a^2 - u'^2);$$

donc

$$X'^2 = -\frac{(a^2 - v^2)b^2c^2(a^2 - u'^2)}{v^2(c^2 - a^2)(a^2 - b^2)};$$

ou, si l'on fait usage de la formule (108),

$$X'^2 = \frac{bc(bc - aw')(a^2 - u'^2)}{(c^2 - a^2)(a^2 - b^2)}. \tag{124}$$

Une simple permutation d'indices donne ensuite

$$X^2 = \frac{bc(bc - aw)(a^2 - u^2)}{(c^2 - a^2)(a^2 - b^2)};$$

valeur déjà trouvée (88).

117. *Autres relations.* — 1° Si l'on part des formules (11) et (13), et que l'on remplace l, m, n par leurs valeurs (57), elles deviennent

$$L = \frac{a^2 - v^2}{a^2 - u^2}\frac{X}{v}, \quad M = \frac{b^2 - v^2}{b^2 - u^2}\frac{Y}{v}, \quad N = \frac{c^2 - v^2}{c^2 - u^2}\frac{Z}{v}. \tag{125}$$

On a donc, pour le point M′ conjugué de M :

$$L' = \frac{a^2 - v'^2}{a^2 - u'^2}\frac{X'}{v'}, \quad M' = \frac{b^2 - v'^2}{b^2 - u'^2}\frac{Y'}{v'}, \quad N' = \frac{c^2 - v'^2}{c^2 - u'^2}\frac{Z'}{v'}. \tag{126}$$

Par conséquent,

$$\frac{L}{L'} = \frac{(a^2 - v^2)(a^2 - u'^2)v'}{(a^2 - u^2)(a^2 - v'^2)v}\frac{X}{X'}.$$

Mais, d'après la première des relations (97),

$$\frac{X}{X'} = \frac{(a^2 - v'^2)bc}{(a^2 - u'^2)v'^2};$$

donc

$$\frac{L}{L'}=\frac{(a^2-v^2)\,bc}{(a^2-u^2)vv'},\quad \frac{M}{M'}=\frac{(b^2-v^2)\,ca}{(b^2-u^2)vv'},\quad \frac{N}{N'}=\frac{(c^2-v^2)\,ab}{(c^2-u^2)vv'}; \qquad (127)$$

ou, ce qui est équivalent,

$$\frac{L'}{L}=\frac{(a^2-v'^2)\,bc}{(a^2-u'^2)vv'},\quad \frac{M'}{M}=\frac{(b^2-v'^2)\,ca}{(b^2-u'^2)vv'},\quad \frac{N'}{N}=\frac{(c^2-v'^2)\,ab}{(c^2-u'^2)vv'}\ (^*). \qquad (128)$$

2° Soient M_1, M_2 deux points situés sur un même rayon vecteur. Soient M'_1 le point conjugué de M_1, et M'_2 le point conjugué de M_2. On a simultanément (92) et (108) :

$$u_1^2 w_2 = abc,\quad u_2^2 w_1 = abc,$$
$$v'^2_2 w_2 = abc,\quad v'^2_1 w_1 = abc;$$

donc

$$v'_2 = u_1,\quad v'_1 = u_2. \qquad (129)$$

Par conséquent :

M_1, M_2 *étant deux points situés sur un même rayon vecteur, le plan polaire du premier est tangent à la sphère qui, passant par le second, a pour centre le pôle;* ET VICE VERSA.

118. *Lignes conjuguées des points coniques.* — M. Lamé a démontré (**) que si M est un *point conique* (103), son conjugué M′ est un point quelconque de la *circonférence de contact* correspondante (105).

Nous ne reproduirons pas le calcul développé par notre illustre maitre.

(*) La comparaison de ces rapports inverses donne, par exemple,

$$(a^2-v^2)(a^2-v'^2)\,b^2c^2=(a^2-u^2)(a^2-u'^2)\,v^2v'^2;$$

ce qui est exact (102).

(**) *Théorie de l'élasticité*, p. 258.

Liége, 4 novembre 1868.

ADDITION.

119. Aux relations démontrées ci-dessus (116, 117), on en peut joindre d'autres, excessivement simples, qui résultent de la définition des points conjugués (113). En conservant les notations précédentes, j'observe que *le plan polaire de M′, relativement à l'ellipsoïde directeur, est représenté par chacune des équations*

$$\frac{X'}{bc}\xi + \frac{Y'}{ca}\eta + \frac{Z'}{ab}\zeta = 1,$$

$$(\xi - X)L + (\eta - Y)M + (\zeta - Z)N = 0;$$

ξ, η, ζ étant les coordonnées *courantes*. Identifiant, on a donc

$$\frac{X'}{bcL} = \frac{Y'}{caM} = \frac{Z'}{abN} = \frac{1}{LX + MY + NZ} = \frac{1}{v};$$

ou

$$X' = \frac{bc}{v}L, \quad Y' = \frac{ca}{v}M, \quad Z' = \frac{ab}{v}N; \tag{130}$$

puis, par une permutation d'indices :

$$X = \frac{bc}{v'}L', \quad Y = \frac{ca}{v'}M', \quad Z = \frac{ab}{v'}N' \tag{131}$$

120. *Remarque.* — Il est aisé de voir que ces nouvelles relations s'accordent avec les premières.

Avril 1870.

FIN.

SUR UNE PROPRIÉTÉ

DES

DÉTERMINANTS FONCTIONNELS

ET SON APPLICATION

AU DÉVELOPPEMENT DES FONCTIONS IMPLICITES;

PAR

PH. GILBERT,

ASSOCIÉ DE L'ACADÉMIE.

(Présenté à l'Académie royale de Belgique, le 9 octobre 1869.)

SUR UNE PROPRIÉTÉ

DES

DÉTERMINANTS FONCTIONNELS

ET SON APPLICATION

AU DÉVELOPPEMENT DES FONCTIONS IMPLICITES.

La formule de Lagrange, pour développer suivant les puissances de x une fonction $F(u)$ d'une variable u, liée avec x par une équation de la forme

(A) . . . . $u = \alpha + x\varphi(u)$,

repose, comme on sait, sur la propriété que possède la fonction F de satisfaire à l'équation aux dérivées partielles

(B) . . . . $\dfrac{d^p F}{dx^p} = \dfrac{d^{p-1}}{d\alpha^{p-1}}\left[\varphi(u)^p \dfrac{dF}{d\alpha}\right]$,

p étant un nombre entier quelconque. Laplace (*) et Jacobi (**) ont cherché à étendre le théorème de Lagrange au cas d'une fonction $F(u_1, u_2)$ de deux variables, fonctions implicites de quatre variables indépendantes, auxquelles elles sont liées par deux équations analogues à l'équation (A), et ainsi de suite. Mais, si ingénieuses que soient leurs recherches, il ne semble pas

(*) *Mémoires de l'Académie des sciences de Paris*, 1777, p. 99.
(**) *De resolutione equationum per series infinitas;* Journal de Crelle, t. VI, p. 257. Voy. aussi le *Traité de calcul différentiel* de M. Bertrand, pp. 399-408.

En prenant les dérivées des deux membres par rapport à x_i, et appliquant l'équation (1), on trouve sans peine

$$\frac{d}{dx_i}\mathrm{D}\left(\frac{f_1,\,f_2}{\alpha_1,\,\alpha_2}\right)=\frac{df_1}{d\alpha_1}\frac{d}{d\alpha_2}\left(\varphi_i\frac{df_2}{d\alpha_i}\right)+\frac{df_2}{d\alpha_2}\frac{d}{d\alpha_1}\left(\varphi_i\frac{df_1}{d\alpha_i}\right)-\frac{df_1}{d\alpha_2}\frac{d}{d\alpha_1}\left(\varphi_i\frac{df_2}{d\alpha_i}\right)-\frac{df_2}{d\alpha_1}\frac{d}{d\alpha_2}\left(\varphi_i\frac{df_1}{d\alpha_i}\right)$$

$$=\varphi_i\frac{d}{d\alpha_i}\left(\frac{df_1}{d\alpha_1}\frac{df_2}{d\alpha_2}-\frac{df_1}{d\alpha_2}\frac{df_2}{d\alpha_1}\right)-\frac{d\varphi_i}{d\alpha_1}\left(\frac{df_1}{d\alpha_2}\frac{df_2}{d\alpha_i}-\frac{df_1}{d\alpha_i}\frac{df_2}{d\alpha_2}\right)+\frac{d\varphi_i}{d\alpha_2}\left(\frac{df_1}{d\alpha_1}\frac{df_2}{d\alpha_i}-\frac{df_1}{d\alpha_i}\frac{df_2}{d\alpha_1}\right)$$

$$=\frac{d}{d\alpha_i}\left[\varphi_i\mathrm{D}\left(\frac{f_1,\,f_2}{\alpha_1,\,\alpha_2}\right)\right]-\frac{d\varphi_i}{d\alpha_1}\mathrm{D}\left(\frac{f_1,\,f_2}{\alpha_2,\,\alpha_i}\right)+\frac{d\varphi_i}{d\alpha_2}\mathrm{D}\left(\frac{f_1,\,f_2}{\alpha_1,\,\alpha_i}\right)-\frac{d\varphi_i}{d\alpha_i}\mathrm{D}\left(\frac{f_1,\,f_2}{\alpha_1,\,\alpha_2}\right).$$

Mais la somme des trois derniers termes est égale au déterminant

$$-\mathrm{D}\left(\frac{f_1,\,f_2,\,\varphi_i}{\alpha_1,\,\alpha_2,\,\alpha_i}\right),$$

en sorte qu'il vient

$$(3)\quad\ldots\ldots\quad\frac{d}{dx_i}\mathrm{D}\left(\frac{f_1,\,f_2}{\alpha_1,\,\alpha_2}\right)=\frac{d}{d\alpha_i}\left[\varphi_i\mathrm{D}\left(\frac{f_1,\,f_2}{\alpha_1,\,\alpha_2}\right)\right]-\mathrm{D}\left(\frac{f_1,\,f_2,\,\varphi_i}{\alpha_1,\,\alpha_2,\,\alpha_i}\right).$$

3. Passons au déterminant du troisième ordre

$$\mathrm{D}\left(\frac{f_1,\,f_2,\,f_3}{\alpha_1,\,\alpha_2,\,\alpha_3}\right)=\frac{df_1}{d\alpha_1}\mathrm{D}\left(\frac{f_2,\,f_3}{\alpha_2,\,\alpha_3}\right)-\frac{df_1}{d\alpha_2}\mathrm{D}\left(\frac{f_2,\,f_3}{\alpha_1,\,\alpha_3}\right)+\frac{df_1}{d\alpha_3}\mathrm{D}\left(\frac{f_2,\,f_3}{\alpha_1,\,\alpha_2}\right),$$

et dérivons par rapport à x_i. D'après les relations (1) et (3), nous avons

$$\frac{d}{dx_i}\left[\frac{df_1}{d\alpha_1}\mathrm{D}\left(\frac{f_2,\,f_3}{\alpha_2,\,\alpha_3}\right)\right]=\frac{df_1}{d\alpha_1}\left\{\frac{d}{d\alpha_i}\left[\varphi_i\mathrm{D}\left(\frac{f_2,\,f_3}{\alpha_2,\,\alpha_3}\right)\right]-\mathrm{D}\left(\frac{f_2,\,f_3,\,\varphi_i}{\alpha_2,\,\alpha_3,\,\alpha_i}\right)\right\}+\mathrm{D}\left(\frac{f_2,\,f_3}{\alpha_2,\,\alpha_3}\right)\frac{d}{d\alpha_1}\left(\varphi_i\frac{df_1}{dx_i}\right)$$

$$=\frac{d}{d\alpha_i}\left[\varphi_i\frac{df_1}{d\alpha_1}\mathrm{D}\left(\frac{f_2,\,f_3}{\alpha_2,\,\alpha_3}\right)\right]-\frac{df_1}{d\alpha_1}\mathrm{D}\left(\frac{f_2,\,f_3,\,\varphi_i}{\alpha_2,\,\alpha_3,\,\alpha_i}\right)+\frac{d\varphi_i}{d\alpha_1}\frac{df_1}{d\alpha_i}\mathrm{D}\left(\frac{f_2,\,f_3}{\alpha_2,\,\alpha_3}\right).$$

Si l'on opère de la même manière sur les deux autres membres du déterminant proposé, et si l'on groupe ensuite ensemble les termes qui se correspondent, on trouvera sans difficulté

$$\frac{d}{dx_i}\mathrm{D}\left(\frac{f_1,\,f_2,\,f_3}{\alpha_1,\,\alpha_2,\,\alpha_3}\right)=\frac{d}{d\alpha_i}\left[\varphi_i\mathrm{D}\left(\frac{f_1,\,f_2,\,f_3}{\alpha_1,\,\alpha_2,\,\alpha_3}\right)\right]-\frac{df_1}{d\alpha_1}\mathrm{D}\left(\frac{f_2,\,f_3,\,\varphi_i}{\alpha_2,\,\alpha_3,\,\alpha_i}\right)+\frac{df_1}{d\alpha_2}\mathrm{D}\left(\frac{f_2,\,f_3,\,\varphi_i}{\alpha_1,\,\alpha_3,\,\alpha_i}\right)$$

$$-\frac{df_1}{d\alpha_3}\mathrm{D}\left(\frac{f_2,\,f_3,\,\varphi_i}{\alpha_1,\,\alpha_2,\,\alpha_i}\right)+\frac{df_1}{d\alpha_i}\mathrm{D}\left(\frac{f_2,\,f_3,\,\varphi_i}{\alpha_1,\,\alpha_2,\,\alpha_3}\right);$$

soient $u_1, u_2, \ldots u_n$ n fonctions implicites de ces $2n$ variables; $\varphi_1, \varphi_2, \ldots \varphi_n$ des fonctions explicites de $u_1, u_2, \ldots u_n$; et admettons que les variables u satisfassent toutes aux relations comprises dans ce type général :

$$\frac{du_\mu}{dx_i} = \varphi_i \frac{du_\mu}{d\alpha_i}.$$

Il résulte immédiatement de là que, si $f(u_1, u_2, \ldots u_n)$ est une fonction quelconque des variables u, l'on aura

$$\frac{df}{dx_i} = \frac{df}{du_1}\frac{du_1}{dx_i} + \cdots + \frac{df}{du_n}\frac{du_n}{dx_i} = \varphi_i\left(\frac{df}{du_1}\frac{du_1}{d\alpha_i} + \cdots + \frac{df}{du_n}\frac{du_n}{d\alpha_i}\right),$$

ou

$$(1) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad \frac{df}{dx_i} = \varphi_i \frac{df}{d\alpha_i}.$$

Désignons actuellement par $f_1, f_2, \ldots f_n$, n fonctions quelconques des mêmes variables $u_1, u_2, \ldots u_n$, et considérons les déterminants fonctionnels

$$D\left(\frac{f_1}{\alpha_1}\right) = \frac{df_1}{d\alpha_1}, \quad D\left(\frac{f_1, f_2}{\alpha_1, \alpha_2}\right), \quad D\left(\frac{f_1, f_2, f_3}{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3}\right), \ldots D\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_n}{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n}\right) \ (^*).$$

Ce sont les dérivées partielles de ces déterminants par rapport aux variables x_i que nous allons considérer d'abord, pour chercher à les exprimer en fonction de dérivées partielles prises par rapport aux seules variables $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n$.

En vertu de l'équation (1), l'on a

$$\frac{d}{dx_i}\frac{df_1}{d\alpha_1} = \frac{d}{d\alpha_1}\frac{df_1}{dx_i} = \frac{d}{d\alpha_1}\left(\varphi_i \frac{df_1}{d\alpha_i}\right) = \frac{d}{d\alpha_i}\left(\varphi_i \frac{df_1}{d\alpha_1}\right) - \frac{df_1}{d\alpha_1}\frac{d\varphi_i}{d\alpha_i} + \frac{df_1}{d\alpha_i}\frac{d\varphi_i}{d\alpha_1},$$

d'où

$$(2) \quad \ldots \ldots \ldots \quad \frac{d}{dx_i}\frac{df_1}{d\alpha_1} = \frac{d}{d\alpha_i}\left(\varphi_i \frac{df_1}{d\alpha_1}\right) - D\left(\frac{f_1, \varphi_i}{\alpha_1, \alpha_i}\right).$$

Soit en second lieu, le déterminant

$$D\left(\frac{f_1, f_2}{\alpha_1, \alpha_2}\right) = \frac{df_1}{d\alpha_1}\frac{df_2}{d\alpha_2} - \frac{df_1}{d\alpha_2}\frac{df_2}{d\alpha_1}.$$

(*) Il est bien entendu que, dans le troisième de ces déterminants par exemple, f_1, f_2, f_3 désignent trois quelconques des fonctions $f_1, f_2, \ldots f_n$, et $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$, trois quelconques des variables $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_n$.

En prenant les dérivées des deux membres par rapport à x_i, et appliquant l'équation (1), on trouve sans peine

$$\frac{d}{dx_i} D\left(\frac{f_1, f_2}{\alpha_1, \alpha_2}\right) = \frac{df_1}{d\alpha_1}\frac{d}{d\alpha_2}\left(\varphi_i \frac{df_2}{d\alpha_i}\right) + \frac{df_2}{d\alpha_2}\frac{d}{d\alpha_1}\left(\varphi_i\frac{df_1}{d\alpha_i}\right) - \frac{df_1}{d\alpha_2}\frac{d}{d\alpha_1}\left(\varphi_i\frac{df_2}{d\alpha_i}\right) - \frac{df_2}{d\alpha_1}\frac{d}{d\alpha_2}\left(\varphi_i\frac{df_1}{d\alpha_i}\right)$$
$$= \varphi_i \frac{d}{d\alpha_i}\left(\frac{df_1}{d\alpha_1}\frac{df_2}{d\alpha_2} - \frac{df_1}{d\alpha_2}\frac{df_2}{d\alpha_1}\right) - \frac{d\varphi_i}{d\alpha_1}\left(\frac{df_1}{d\alpha_2}\frac{df_2}{d\alpha_i} - \frac{df_1}{d\alpha_i}\frac{df_2}{d\alpha_2}\right) + \frac{d\varphi_i}{d\alpha_2}\left(\frac{df_1}{d\alpha_1}\frac{df_2}{d\alpha_i} - \frac{df_1}{d\alpha_i}\frac{df_2}{d\alpha_1}\right)$$
$$= \frac{d}{d\alpha_i}\left[\varphi_i D\left(\frac{f_1, f_2}{\alpha_1, \alpha_2}\right)\right] - \frac{d\varphi_i}{d\alpha_1} D\left(\frac{f_1, f_2}{\alpha_2, \alpha_i}\right) + \frac{d\varphi_i}{d\alpha_2} D\left(\frac{f_1, f_2}{\alpha_1, \alpha_i}\right) - \frac{d\varphi_i}{d\alpha_i} D\left(\frac{f_1, f_2}{\alpha_1, \alpha_2}\right).$$

Mais la somme des trois derniers termes est égale au déterminant

$$- D\left(\frac{f_1, f_2, \varphi_i}{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_i}\right),$$

en sorte qu'il vient

$$(3) \quad \ldots\ldots \quad \frac{d}{dx_i} D\left(\frac{f_1, f_2}{\alpha_1, \alpha_2}\right) = \frac{d}{d\alpha_i}\left[\varphi_i D\left(\frac{f_1, f_2}{\alpha_1, \alpha_2}\right)\right] - D\left(\frac{f_1, f_2, \varphi_i}{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_i}\right).$$

3. Passons au déterminant du troisième ordre

$$D\left(\frac{f_1, f_2, f_3}{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3}\right) = \frac{df_1}{d\alpha_1} D\left(\frac{f_2, f_3}{\alpha_2, \alpha_3}\right) - \frac{df_1}{d\alpha_2} D\left(\frac{f_2, f_3}{\alpha_1, \alpha_3}\right) + \frac{df_1}{d\alpha_3} D\left(\frac{f_2, f_3}{\alpha_1, \alpha_2}\right),$$

et dérivons par rapport à x_i. D'après les relations (1) et (3), nous avons

$$\frac{d}{dx_i}\left[\frac{df_1}{d\alpha_1} D\left(\frac{f_2, f_3}{\alpha_2, \alpha_3}\right)\right] = \frac{df_1}{d\alpha_1}\left\{\frac{d}{d\alpha_i}\left[\varphi_i D\left(\frac{f_2, f_3}{\alpha_2, \alpha_3}\right)\right] - D\left(\frac{f_2, f_3, \varphi_i}{\alpha_2, \alpha_3, \alpha_i}\right)\right\} + D\left(\frac{f_2, f_3}{\alpha_2, \alpha_3}\right)\frac{d}{d\alpha_1}\left(\varphi_i \frac{df_1}{d\alpha_i}\right)$$
$$= \frac{d}{d\alpha_i}\left[\varphi_i \frac{df_1}{d\alpha_1} D\left(\frac{f_2, f_3}{\alpha_2, \alpha_3}\right)\right] - \frac{df_1}{d\alpha_1} D\left(\frac{f_2, f_3, \varphi_i}{\alpha_2, \alpha_3, \alpha_i}\right) + \frac{d\varphi_i}{d\alpha_1}\frac{df_1}{d\alpha_i} D\left(\frac{f_2, f_3}{\alpha_2, \alpha_3}\right).$$

Si l'on opère de la même manière sur les deux autres membres du déterminant proposé, et si l'on groupe ensuite ensemble les termes qui se correspondent, on trouvera sans difficulté

$$\frac{d}{dx_i} D\left(\frac{f_1, f_2, f_3}{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3}\right) = \frac{d}{d\alpha_i}\left[\varphi_i D\left(\frac{f_1, f_2, f_3}{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3}\right)\right] - \frac{df_1}{d\alpha_1} D\left(\frac{f_2, f_3, \varphi_i}{\alpha_2, \alpha_3, \alpha_i}\right) + \frac{df_1}{d\alpha_2} D\left(\frac{f_2, f_3, \varphi_i}{\alpha_1, \alpha_3, \alpha_i}\right)$$
$$- \frac{df_1}{d\alpha_3} D\left(\frac{f_2, f_3, \varphi_i}{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_i}\right) + \frac{df_1}{d\alpha_i} D\left(\frac{f_2, f_3, \varphi_i}{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3}\right);$$

et en observant que la somme des quatre derniers termes se réduit au déterminant $-\mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, f_3, \varphi_i}{x_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_i}\right)$, on obtiendra la formule

$$(4) \quad \ldots \frac{d}{dx_i}\mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, f_3}{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3}\right)=\frac{d}{d\alpha_i}\left[\varphi_i \mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, f_3}{x_1, \alpha_2, \alpha_3}\right)\right]-\mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, f_3, \varphi_i}{\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_i}\right).$$

La loi de formation des dérivées se montre déjà d'une manière évidente, et il n'y a aucune difficulté, en continuant la même démonstration, à la généraliser et à établir l'équation suivante :

$$(5) \ldots \frac{d}{dx_i}\mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_\mu}\right)=\frac{d}{d\alpha_i}\left[\varphi_i \mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu}{x_1, \alpha_2, \ldots \alpha_\mu}\right)\right]-\mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu, \varphi_i}{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_\mu, \alpha^i}\right).$$

Cette formule peut elle-même être généralisée, car, si l'on multiplie le déterminant par une fonction U des variables $u_1, u_2, \ldots u_n$, les équations (1) et (5) donnent

$$\frac{d}{dx_i}\left[\mathrm{U}\cdot\mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu}{\alpha_1, x_2, \ldots \alpha_\mu}\right)\right]=\left\{\frac{d}{dx_i}\left[\varphi_i \mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu}{x_1, \alpha_2, \ldots \alpha_\mu}\right)\right]\right.$$
$$\left.-\mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu, \varphi_i}{x_1, \alpha_2, \ldots \alpha_\mu, \alpha_i}\right)\right\}\mathrm{U}+\varphi_i\frac{d\mathrm{U}}{d\alpha_i}\cdot\mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_\mu}\right),$$

ou bien

$$(6). \ \frac{d}{dx_i}\left[\mathrm{U}\cdot\mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_\mu}\right)\right]=\frac{d}{d\alpha_i}\left[\varphi_i\cdot\mathrm{U}\cdot\mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu}{x_1, \alpha_2, \ldots \alpha_\mu}\right)\right]-\mathrm{U}\cdot\mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu, \varphi_i}{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_\mu, \alpha_i}\right).$$

C'est-à-dire que l'*équation* (5) *ne cesse pas d'être vraie, lorsque l'on remplace chacun des déterminants fonctionnels qui y entrent, par son produit par un facteur*

$$\mathrm{U}=f(u_1, u_2, \ldots u_n);$$

en d'autres termes, elle subsiste lorsque l'on remplace *symboliquement* D par UD. Cette extension du théorème va nous être fort utile.

Remarquons aussi que si l'indice i est compris dans la série $1, 2, \ldots \mu$, le dernier terme de l'équation (6) est un déterminant dans lequel deux colonnes sont identiques, et qui est conséquemment nul. L'équation se réduit à la forme simple

$$\frac{d}{dx_i}\left[\mathrm{U}.\mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu}{x_1, x_2, \ldots \alpha_\mu}\right)\right]=\frac{d}{d\alpha_i}\left[\varphi_i.\mathrm{U}.\mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu}{x_1, \alpha_2, \ldots \alpha_\mu}\right)\right].$$

4. A l'aide des équations (5) et (6), la transformation des dérivées successives du déterminant fonctionnel par rapport à x_i, en dérivées par rapport à α_i, n'offre plus aucune difficulté. On a d'abord

$$\frac{d^2}{dx_i^2}\mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu}\right) = \frac{d}{d\alpha_i}\frac{d}{dx_i}\left[\varphi_i \mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu}\right)\right] - \frac{d}{dx_i}\mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu, \varphi_i}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu, \alpha_i}\right)$$
$$= \frac{d^2}{d\alpha_i^2}\left[\varphi_i^2 \mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2 .. f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu}\right)\right] - 2\frac{d}{d\alpha_i}\left[\varphi_i \mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, ... f_\mu, \varphi}{\alpha_1, \alpha_2, ... \alpha_\mu, \alpha_i}\right)\right].$$

Différentiant de nouveau par rapport à x_i, et appliquant toujours la formule (6), on trouvera de même

$$\frac{d^3}{dx_i^3}\mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu}\right) = \frac{d^3}{d\alpha_i^3}\left[\varphi_i^3 \mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu}\right)\right] - 3\frac{d^2}{d\alpha_i^2}\left[\varphi_i^2 \mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu, \varphi_i}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu, \alpha_i}\right)\right];$$

et, en généralisant sans difficulté par la méthode ordinaire,

$$\frac{d^p}{dx_i^p}\mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu}\right) = \frac{d^p}{d\alpha_i^p}\left[\varphi_i^p \mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu}\right)\right] - p\frac{d^{p-1}}{d\alpha_i^{p-1}}\left[\varphi_i^{p-1} \mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu, \varphi_i}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu, \alpha_i}\right)\right].$$

Cette relation peut s'écrire plus élégamment

$$(7)\ldots\quad \frac{d^p}{dx_i^p}\mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu}\right) = \frac{d^{p-1}}{d\alpha_i^{p-1}}\left\{\frac{d}{d\alpha_i}\left[\varphi_i^p \mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu}\right)\right] - \mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu, \varphi_i^p}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu, \alpha_i}\right)\right\}.$$

On voit d'ailleurs sans peine que si, au lieu de partir de l'équation (5), on était parti de l'équation (6), les calculs auraient été tout à fait semblables, sauf que D serait partout remplacé *symboliquement* par UD; *l'équation* (7) *subsistera donc si l'on multiplie tous les déterminants fonctionnels qu'elle renferme par* U, U étant une fonction quelconque de u_1, u_2,... u_n; ainsi l'on aura

$$(8)\quad \frac{d^p}{dx_i^p}\left[\mathrm{UD}\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu}\right)\right] = \frac{d^{p-1}}{d\alpha_i^{p-1}}\left\{\frac{d}{d\alpha_i}\left[\varphi_i^p \mathrm{UD}\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu}\right)\right] - \mathrm{UD}\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu, \varphi_i^p}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu, \alpha_i}\right)\right\}.$$

5. Considérons maintenant les dérivées partielles successives par rapport à plusieurs variables x_i, x_k, x_l,... L'équation (7) nous donne d'abord, q étant un nombre entier quelconque,

$$\frac{d^{p+q}}{dx_i^p dx_k^q}\mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu}\right) = \frac{d^{p-1}}{d\alpha_i^{p-1}}\left\{\frac{d}{d\alpha_i}\frac{d^q}{dx_k^q}\left[\varphi_i^p \mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu}\right)\right] - \frac{d^q}{dx_k^q}\mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu, \varphi_i^p}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu, \alpha_i}\right)\right\};$$

développons le second membre au moyen des formules (7) et (8), il viendra

$$(9)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{d^{p+q}}{dx_i^p dx_k^q} D\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu}\right) = \frac{d^{p+q-2}}{dx_i^{p-1} dx_k^{q-1}} \left\{ \frac{d^2}{d\alpha_i d\alpha_k} \left[\varphi_i^p \varphi_k^q D\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu}\right)\right] \right. \\ &\left. - \frac{d}{d\alpha_i}\left[\varphi_i^p D\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu, \varphi_k^q}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu, \alpha_i}\right)\right] - \frac{d}{d\alpha_k}\left[\varphi_k^q D\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu, \varphi_i^p}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu, \alpha_i}\right)\right] + D\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu, \varphi_i^p, \varphi_k^q}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu, \alpha_i, \alpha_k}\right) \right\}. \end{aligned}\right.$$

En différentiant encore les deux membres de cette équation r fois par rapport à une troisième variable x_l, et en continuant à appliquer les formules (7) et (8), on trouvera pareillement

$$(10)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{d^{p+q+r}}{dx_i^p dx_k^q dx_l^r} D\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu}\right) = \frac{d^{p+q+r-3}}{d\alpha_i^{p-1} d\alpha_k^{q-1} d\alpha_l^{r-1}} \left\{ \frac{d^3}{d\alpha_i d\alpha_k d\alpha_l}\left[\varphi_i^p \varphi_k^q \varphi_l^r D\left(\frac{f_1, f_2, \cdots f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu}\right)\right] \right. \\ &- \sum \frac{d^2}{d\alpha_i d\alpha_k}\left[\varphi_i^p \varphi_k^q D\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu, \varphi_l^r}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu, \alpha_l}\right)\right] + \sum \frac{d}{d\alpha_i}\left[\varphi_i^p D\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu, \varphi_k^q, \varphi_l^r}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu, \alpha_k, \alpha_l}\right)\right] \\ &\left. - D\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu, \varphi_i^p, \varphi_k^q, \varphi_l^r}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu, \alpha_i, \alpha_k, \alpha_l}\right)\right\}; \end{aligned}\right.$$

la première sommation se rapportant au changement de i, k, l, p, q, r, d'abord en i, l, k, p, r, q; puis en k, l, i, q, r, p; la seconde, au changement de i, k, l, p, q, r, d'abord en k, i, l, q, p, r; puis en l, i, k, r, p, q.

La loi de formation se montre d'une manière évidente, et il n'y aurait aucune difficulté à la formuler d'une manière générale.

Remarques. — 1° Il est clair que si l'un des indices i, k, l, fait partie de la série 1, 2,... μ, tous les déterminants fonctionnels où cet indice figure s'évanouiront, comme ayant deux lignes égales, et l'équation (10) se simplifiera. Si les trois indices i, k, l sont dans ce cas, tous les termes du second membre de l'équation (10) seront nuls, sauf le premier, et l'on aura simplement

$$(11)\quad \frac{d^{p+q+r}}{dx_i^p dx_k^q dx_l^r} D\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu}\right) = \frac{d^{p+q+r}}{d\alpha_i^p d\alpha_k^q d\alpha_l^r}\left[\varphi_i^p \varphi_k^q \varphi_l^r D\left(\frac{f_1, f_2, .. f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, .. \alpha_\mu}\right)\right];$$

cette circonstance se présente nécessairement lorsque $\mu = n$.

2° On voit encore que, si l'on eût traité l'équation (8) au lieu de l'équation (7), les calculs eussent été les mêmes, sauf que tous les déterminants

se seraient trouvés multipliés par U; c'est-à-dire que les équations (9) et (10) subsistent, comme l'équation (7), lorsqu'on multiplie tous les déterminants fonctionnels qu'elles renferment par un facteur U, fonction de $u_1, u_2, \ldots u_n$.

6. Cette remarque conduit à une conséquence importante. Supposons qu'au lieu de différentier par rapport à $x_i, x_k, \ldots$ le déterminant $D\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_\mu}\right)$, on veuille faire la même opération sur le déterminant $D\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu}{x_1, x_2, \ldots x_\mu}\right)$. Cette recherche n'offrira aucune difficulté, car, en vertu de la relation (1), on a

$$D\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu}{x_1, x_2, \ldots x_\mu}\right) = \gamma_1\gamma_2 \ldots \gamma_\mu D\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_\mu}\right).$$

Il suffira donc, conformément à la remarque précédente, de remplacer dans les formules (7), (9), (10) tous les déterminants, par leurs produits par le facteur

$$U = \gamma_1\gamma_2 \ldots \gamma_\mu,$$

pour obtenir les dérivées cherchées, exprimées en fonction d'autres dérivées par rapport aux variables α. Ainsi l'on trouvera

$$(12)\quad \frac{d^p}{dx_i^p} D\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu}{x_1, x_2, \ldots x_\mu}\right) = \frac{d^{p-1}}{d\alpha_i^{p-1}}\left\{\frac{d}{d\alpha_i}\left[\gamma_i^p \gamma_1\gamma_2 \ldots \gamma_\mu D\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_\mu}\right)\right] - \gamma_1\gamma_2 \ldots \gamma_\mu D\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu, \gamma_i^p}{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_\mu, \alpha_i}\right)\right\};$$

$$(13)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{d^{p+q}}{dx_i^p dx_k^q} D\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu}{x_1, x_2, \ldots x_\mu}\right) = \frac{d^{p+q-2}}{d\alpha_i^{p-1} d\alpha_k^{q-1}}\left\{\frac{d^2}{d\alpha_i d\alpha_k}\left[\gamma_i^p\gamma_k^q\gamma_1\gamma_2 \ldots \gamma_\mu D\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_\mu}\right)\right]\right. \\ &- \frac{d}{d\alpha_i}\left[\gamma_i^p\gamma_1\gamma_2 \ldots \gamma_\mu D\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu, \gamma_k^q}{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_\mu, \alpha_k}\right)\right] - \frac{d}{d\alpha_k}\left[\gamma_k^q\gamma_1\gamma_2 \ldots \gamma_\mu D\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu, \gamma_i^p}{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_\mu, \alpha_i}\right)\right] \\ &\left. + \gamma_1\gamma_2 \ldots \gamma_\mu D\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu, \gamma_i^p, \gamma_k^q}{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_\mu, \alpha_i, \alpha_k}\right)\right\}; \end{aligned}\right.$$

$$(14)\quad \left\{\begin{aligned} &\frac{d^{p+q+r}}{dx_i^p dx_k^q dx_l^r} D\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu}{x_1, x_2, \ldots x_\mu}\right) = \frac{d^{p+q+r-3}}{d\alpha_i^{p-1} d\alpha_k^{q-1} d\alpha_l^{r-1}}\left\{\frac{d^3}{d\alpha_i d\alpha_k d\alpha_l}\gamma_i^p\gamma_k^q\gamma_l^r\gamma_1\gamma_2 \ldots \gamma_\mu D\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_\mu}\right)\right. \\ &- \sum \frac{d^2}{d\alpha_i d\alpha_k}\left[\gamma_i^p\gamma_k^q\gamma_1\gamma_2 \ldots \gamma_\mu D\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu, \gamma_l^r}{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_\mu, \alpha_l}\right)\right] + \sum \frac{d}{d\alpha_i}\left[\gamma_i^p\gamma_1\gamma_2 \ldots \gamma_\mu D\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu, \gamma_k^q, \gamma_l^r}{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_\mu, \alpha_k, \alpha_l}\right)\right] \\ &\left. - \gamma_1\gamma_2 \ldots \gamma_\mu D\left(\frac{f_1, f_2, \ldots f_\mu, \gamma_i^p, \gamma_k^q, \gamma_l^r}{\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_\mu, \alpha_i, \alpha_k, \alpha_l}\right)\right\}; \end{aligned}\right.$$

et ainsi de suite. Il est clair d'ailleurs que si, dans toutes ces équations, on multiplie tous les déterminants fonctionnels par un même facteur U fonction de $u_1, u_2, \ldots u_n$, elles ne cesseront pas de subsister.

Ces formules se simplifient lorsque l'une des variables x_i, x_k, x_l est comprise dans la suite $x_1, x_2, \dots x_\mu$; si elles y sont toutes comprises, comme cela a lieu si $\mu = n$, les seconds membres se réduisent à leurs premiers termes.

Par exemple, la troisième équation devient

$$\frac{d^{p+q+r}}{dx_i^p\, dx_k^q\, dx_l^r} D\left(\frac{f_1, f_2, \dots f_\mu}{x_1, x_2, \dots x_\mu}\right) = \frac{d^{p+q+r}}{d\alpha_i^p\, d\alpha_k^q\, d\alpha_l^r}\left[\varphi_i^p \varphi_k^q \varphi_l^r \varphi_1 \varphi_2 \dots \varphi_\mu D\left(\frac{f_1, f_2, \dots f_\mu}{\alpha_1, \alpha_2, \dots \alpha_\mu}\right)\right].$$

Si l'on suppose $\mu = n = 2$, $i = 1$, $k = 2$, dans l'équation (13), et si l'on rétablit partout le facteur U, l'on a

$$\frac{d^{p+q}}{dx_1^p\, dx_2^q}\left[\mathrm{U}.\mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2}{x_1, x_2}\right)\right] = \frac{d^{p+q}}{d\alpha_1^p\, d\alpha_2^q}\left[\varphi_1^{p+1}.\varphi_2^{q+1}.\mathrm{U}.\mathrm{D}\left(\frac{f_1, f_2}{\alpha_1, \alpha_2}\right)\right];$$

ce qui revient au théorème donné par M. Darboux dans la note des *Comptes rendus* que j'ai citée plus haut.

7. Il nous reste à faire voir que les formules précédentes renferment, d'une manière immédiate, la solution du problème de Laplace, problème qui consiste à exprimer les dérivées partielles successives d'une fonction F $(u_1, u_2, \dots u_n)$ par rapport aux variables x_i, x_k, $x_l, \dots$, en fonction d'autres dérivées partielles qui se rapportent exclusivement aux variables α_i, α_k, $\alpha_l, \dots$, afin que l'on puisse, dans ces dérivées, faire x_i, x_k, $x_l, \dots$ nuls avant les différentiations, ce qui constitue, comme on sait, le grand avantage du théorème de Lagrange. L'on admet d'ailleurs que les variables $u_1, u_2, \dots u_n$ satisfassent aux n équations :

$$u_i = \alpha_i + x_i \varphi_i(u_1, u_2, \dots u_n),$$

et conséquemment, que l'équation (1) ait lieu.

Cela posé, faisons d'abord, dans les formules (12), (13), (14), μ égal à l'unité, ce qui réduit le déterminant D $\left(\frac{f_1, f_2, \dots f_\mu}{x_1, x_2, \dots x_\mu}\right)$ à D $\left(\frac{f_1}{x_1}\right) = \frac{df_1}{dx_1}$, et le produit $\varphi_1\varphi_2 \dots \varphi_\mu$ à φ_1. Remplaçons ensuite, dans ces formules, p par $p-1$, la fonction quelconque f_1 par F, et faisons $i = 1$, $k = 2$, $l = 3$, en observant d'ailleurs que les déterminants fonctionnels où entre α_i vont devenir nuls par là. Les formules (12), (13), (14) donnent, par ces substitutions,

$$(15). \quad \left\{ \begin{aligned} \frac{d^p F}{dx_1^p} &= \frac{d^{p-1}}{d\alpha_1^{p-1}}\left(\varphi_1^p \frac{dF}{d\alpha_1}\right), \\ \frac{d^{p+q} F}{dx_1^p\, dx_2^q} &= \frac{d^{p+q-2}}{d\alpha_1^{p-1}\, d\alpha_2^{q-1}}\left[\frac{d}{d\alpha_2}\left(\varphi_1^p \varphi_2^q \frac{dF}{d\alpha_1}\right) - \varphi_1^p \mathrm{D}\left(\frac{F,\ \varphi_2^q}{\alpha_1,\ \alpha_2}\right)\right], \\ \frac{d^{p+q+r} F}{dx_1^p\, dx_2^q\, dx_3^r} &= \frac{d^{p+q+r-3}}{d\alpha_1^{p-1}\, d\alpha_2^{q-1}\, d\alpha_3^{r-1}}\left\{\frac{d^2}{d\alpha_2\, d\alpha_3}\left(\varphi_1^p \varphi_2^q \varphi_3^r \frac{dF}{d\alpha_1}\right) - \frac{d}{d\alpha_2}\left[\varphi_1^p \varphi_2^q \mathrm{D}\left(\frac{f_1,\ \varphi_3^r}{\alpha_1,\ \alpha_3}\right)\right]\right. \\ &\quad \left. - \frac{d}{d\alpha_3}\left[\varphi_1^p \varphi_3^r \mathrm{D}\left(\frac{f_1,\ \varphi_2^q}{\alpha_1,\ \alpha_2}\right)\right] + \varphi_1^p \mathrm{D}\left(\frac{f_1,\ \varphi_2^q,\ \varphi_3^r}{\alpha_1,\ \alpha_2,\ \alpha_3}\right)\right\}, \end{aligned} \right.$$

et ainsi de suite. On voit que les formules auxquelles nous sommes arrivés, non-seulement résolvent comme cas particulier le problème de Laplace, mais manifestent la loi régulière de formation des dérivées successives. Il ne serait pas difficile, d'ailleurs, de montrer l'identité, quant au fond, des équations (15) avec celles de Laplace et de Jacobi.

FIN.

